


مجلة علمية فصلية تصدرها مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية ● السنة العاشرة ● العدد الثامن والثلاثون ● ربيع الآخر ١٤١٧ هـ / أغسطس ١٩٩٦م

# ظواهر جيولوجية

## (الجزء الأول)

- الزمن الجيولوجي
- المتداخلات النارية
- الإنجراف القاري

## منهاج النشر

*أعزاءنا القراء :*

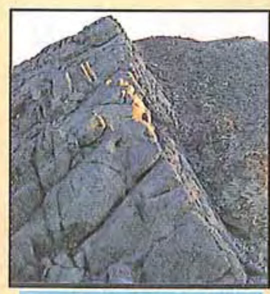
يسرنا أن نؤكد على أن المجلة تفتح أبوابها لمساهماتكم العلمية واستقبال مقالاتكم على أن تراعى الشروط التالية في أي مقال يرسل إلى المجلة :-

١- يكون المقال بلغة علمية سهلة بشرط أن لا يفقد صفته العلمية بحيث يشتمل على مفاهيم علمية وتطبيقاتها .
٢- أن يكون ذا عنوان واضح ومشوق ويعطي مدلولاً على محتوى المقال .
٣- في حالة الاقتباس من أي مرجع سواء كان اقتباساً كلياً أو جزئياً أو أخذ فكرة يجب الإشارة إلى ذلك ، وتذكر المراجع لأي اقتباس في نهاية المقال .
٤- أن لا يقل المقال عن أربع صفحات ولا يزيد عن سبع صفحات طباعة .
٥- إذا كان المقال سبق أن نشر في مجلة أخرى أو أرسل إليها يجب ذكر ذلك مع ذكر اسم المجلة التي نشرته أو أرسل إليها .
٦- إرفاق أصل الرسومات والصور والنماذج والأشكال المتعلقة بالمقال .
٧- المقالات التي لا تقبل النشر لا تعاد لكاتبها .

يمنح صاحب المقال المنشور مكافأة مالية تتراوح مابين ٣٠٠ إلى ٥٠٠ ريال .

## محتويات العدد


● كلية علوم الأرض ـــــ ٢
● ظواهر جيولوجية ـــــ ٤
● الزمن الجيولوجي ـــــ ٨
● المتداخلات النارية ـــــ ١٢
● الطي والتصدع ـــــ ١٨
● الانجراف القاري ـــــ ٢٤
● عالم في سطور ـــــ ٢٩
● تكتونية الصفائح ـــــ ٣٠
● الجديد في العلوم والتقنية ـــــ ٣٥
● الكثبان الرملية ـــــ ٣٦
● الكهوف ـــــ ٤٢
● مساحة للتفكير ـــــ ٤٦
● كتب صدرت حديثاً ـــــ ٤٧
● عرض كتاب ـــــ ٤٨
● من أجل فلذات أكبادنا ـــــ ٥٠
● مصطلحات علمية ـــــ ٥١
● كيف تعمل الأشياء ـــــ ٥٢
● بحوث علمية ـــــ ٥٤
● شريط المعلومات ـــــ ٥٥
● مع القراء ـــــ ٥٦



الطي والتصدع


الكثبان الرملية


الكهوف

## المراسلات


**مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية**
الإدارة العامة للتوعية العلمية والنشر
ص.ب ٦٠٨٦ ـ الرمز البريدي ١١٤٤٢ ـ الرياض
ترسل المقالات باسم رئيس التحرير ت : ٤٨٨٣٤٤٤ ـ ٤٨٨٣٥٥٥

**journal of Science & Technology**
**King Abdulaziz City For Science & Technology**
Gen. Direct. of Sc. Awa. & Publ. P.O. Box 6086
Riyadh 11442 Saudi Arabia





# العلوم والتقنية







* * *




# كلمة التحرير

قراءنا الأعزاء

يقول الحق تبارك وتعالى في محكم التنزيل : ﴿ قل سيروا في الأرض فانظروا كيف بدأ الخلق ثم الله ينشيء النشأة الآخرة إن الله على كل شيء قدير﴾ ( العنكبوت : الآية ٢٠ ) وقوله تعالى : ﴿ الذين يذكرون الله قياماً وقعوداً وعلى جنوبهم ويتفكرون في خلق السموات والأرض ربنا ما خلقت هذا باطلاً سبحانك فقنا عذاب النار ﴾ ( آل عمران : ١٩١ ) . هذا أمر من الله سبحانه وتعالى لبني آدم بالسير على هذه الأرض والتفكر فيها و في مخلوقاته ، كيف نشأت ، وكيف تطورت ، ليدركوا عظمته فيزداد إيمانهم به ، وهذا ما دعانا إلى إصدار هذا العدد و العدد الذي يليه - بإذن الله - لنتفكر في نشأة الكوكب الذي نعيش عليه ، وتاريخه ، والتغيرات التي طرأت عليه ليزداد إيماننا وتعلقنا بخالقنا .

قراءنا الأعزاء

قضت إرادة الله سبحانه وتعالى أن تطرأ على هذا الكوكب الصغير من هذا الكون الفسيح - الذي لا يدرك مداه إلا خالقه - عبر آلاف الملايين من السنين تغيرات كثيرة بيئية وتكوينية أدت إلى انقراض كائنات حية ونشوء وتطور كائنات أخرى ، وبناء جبال ، وانحسار المياه وظهور اليابسة ، واتساع قيعان المحيطات وابتعاد القارات بعضها عن بعض ، وظهور بعض الفترات الجليدية ، وغيرها من الأحداث الجيولوجية والأحيائية ، حتى وصل كوكبنا - بمشيئة الله - إلى الحالة التي تلائم حياة البشر وما سُخر لهم من كائنات حية أخرى .

قراءنا الأعزاء

يسعدنا أن نقدم لكم هذا العدد ( ٣٨ ) حاملاً بين دفتيه الجزء الأول من الظواهر الجيولوجية مشتملاً على المواضيع التالية : الزمن الجيولوجي للأرض ، والمتداخلات النارية ، والطي والتصدع ، والانجراف القاري ، وتكتونية الصفائح ، والكثبان الرملية ، والكهوف ، إضافة إلى الأبواب الثابتة التي درجت المجلة على تضمينها في كل عدد .

والله من وراء القصد وهو الهادي إلى سواء السبيل،،،


العلوم والتقنية



سكرتارية التحرير

د. يوسف حسن يوسف

د. ناصر عبد الله الرشيد

أ. محمد ناصر الناصر

أ. عطية مزهر الزهراني

التصميم والإخراج

طارق يوسف

عبد السلام ريان

عرفه السيد العزب

****







# كلية علوم الأرض
## جامعة الملك عبد العزيز

**تعد كليـة علوم الأرض أقدم المعـاهد التعليميـة في مجال الدراسـات العليـا في العلوم بالمملكة العربية السعودية ، فقد تأسست في ١٣٩٠هـ تحت اسم مركـز الجيـولوجيـا التطبيقيـة التابـع لـوزارة البترول والثروة المعدنية .**

**وكان الهدف من إنشـاء المركز في ذلك الـوقت هـو تـدريـب الجيـولـوجيين السعـوديين في مجالات الجيـولـوجيـا الحقلية للبحـث عن الثروة المعدنيـة من خلال تأهيلهم لدرجات الـدبلومة العالية والماجسـتير . وفي عـام ١٣٩٢هـ بـدأ التـدريب في مجال جيـولـوجيـا الماء ، ثم أضيف إليـه التـدريـب في مجال الجيولوجيا الهندسية في عام ١٣٩٤هـ.**

**تم في عـام ١٣٩٥هـ إلحاق المركـز بجامعة الملك عبد العزيز تحت اسم معهد الجيولوجيا التطبيقية ، وفي عام ١٣٩٨هـ أدمج المعهد مع قسم الجيـولوجيـا بكلية العلـوم بـالجامعـة (أنشيء في عـام ١٣٩٣هـ) تحت اسم كليـة علوم الأرض .**

## أهداف الكلية

في ضوء أهداف جامعة الملك عبد العزيز ـ الـواردة في نظـامهـا ـ تسعى كليـة علـوم الأرض إلى الإسهـام في التقـدم العلمي والحضاري للمملكة العربيـة السعودية من خلال الأهداف التالية :

ـ إعداد الكفـاءات المتخصصـة في مجالات علـوم الأرض المختلفـة على مستـويـات البكالوريوس والماجستير والدكتوراه .

ـ إعـداد المساعـدين الفنيين المتخصصين في أفرع علـوم الأرض المختلفة على مستـويات البكالوريوس والماجستير والدكتوراه .

ـ القيام بـالبحـوث الأكـاديمية والتطبيقيـة بهدف تطوير وتنمية المعلومات في أفرع علوم الأرض المختلفة بالملكة.

ـ العمل على تشجيع وتنمية وتطوير الجهود المبذولة في مجال تعريب علوم الأرض .

ـ الإسهام في تنمية المعارف والمعلومات لدى العاملين في المجال الجيولوجي بالمملكة.

## أقسام الكلية

تشتمل كليـة علـوم الأرض على عـدة أقسام يمكن توضيحها كمايلي :ـ

### ● الثروة المعدنية والصخور

أنشيء قسم الثـروة المعدنيـة والصخور لمواكبة التطورات الحديثـة في علوم الأرض . ويقـوم القسم بتقـديم وتنميـة المعـرفـة النظـريـة والتطبيقيـة المتكـاملـة في كـافـة المجـالات المتعلقـة بمعـادن الأرض وصخورها بصفة عامة ، وبصفتها مصادر الثروة المعدنيـة بكافة أنواعهـا . وعليه فمن أهم أهداف القسم ما يلي :

١ـ تقديم المقررات الـدراسية الأساسية عن مكـونـات الأرض مـن عنـاصر ومعـادن وصخور ، ويشمل ذلك :

ـ توزيعها ووفرتها وطرق التعرف عليها .

ـ تحديـد مكونـاتها الأولية ونماذج وبيئـات تكونها ومصادر نشأتها .

ـ تحديـد أعمارهـا بالطـرق النظـائريـة ، وكيفية مضاهاتها إقليمياً وعالمياً .

٢ـ تقديم المقـررات الأساسية والتطبيقية في مجال الثروات المعدنية والتي تشمل :

ـ المعارف الخاصة بالثـروة المعدنية وكيفية التعرف على مكـوناتها الكيميائية والمعـدنية وتصنيفها ومصادر نشأتها وتطورها .

ـ الأسس الجيـوكيميائية لتكـون الرواسب المعدنية مع التركيـز على البيئات السائدة في المملكة .

ـ طـرق استكشـاف ووسـائل التنقيب عن الثـروات المعـدنيـة الفلـزيـة واللافلـزيـة وأساليب تقييمها واستخراجها .

ـ ربط المعارف الخاصة بـالثروات المعدنية بجيولوجية المملكة .

٣ـ تقـديم برامج الدراسات العليـا لدرجتي الماجستير والدكتوراه .

٤ـ إجراء البحوث الأسـاسية والتطبيقية من قبل أعضـاء هيئـة التـدريس في مجال تخصص القسم .

### ● جيولوجيا البترول والترسبات

يهدف قسم جيـولـوجيـا البترول والترسبات إلى ما يلي :

※ **الأهداف التعليمية : وتشمل الآتي :ـ**

ـ دراسـة الأنـواع المختلفـة للصخـور الرسـوبية وبيئات تـرسبها وكيفية تكـوينها وتصنيفها وخصائصها النسيجيـة والمعدنية إضافة إلى عمليات التجوية التي تؤثر عليها.

ـ دراسـة الخواص والتقسيمات التطبيقيـة للصخـور الـرسـوبيـة والطـرق المتبعـة لمضاهاتها على المستوى الإقليمي والعالمي .

ـ دراسة البقايا الحياتية النباتية والحيوانية ( الأحافير) والمحفوظة في الصخور الرسـوبية وطرق تصنيفها وتطورها وبيئاتها .

ـ دراسـة كيفيـة تكَّون البترول وتجمعـه وخواصه وأنواعه ومكامنه .

ـ دراسة الطرق المختلفة المستخدمة في الكشف عن المكامن النفطية .

※ **الأهداف التطبيقية :** وتشمل مايلي : ـ

ـ البحث عن الخامات المعدنية الاقتصادية الموجوة في الصخور الرسوبية ودراسة جدواها الاقتصادية .

ـ ربط الصخور الرسوبية في المملكة العربية السعودية بالسلم الزمني الجيولوجي ومضاهاتها إقليمياً وعالمياً .

ـ استخدام الأحافير في التعرف على البيئات الرسوبية القديمة التي يمكن أن توجد فيها الخامات المعدنية .

ـ البحث عن المكامن النفطية والغازية وتحديد احتياطياتها من النفط والغاز .

## الجيولوجيا البنائية والاستشعار عن بعد

أنشيء قسم الجيولوجيا البنائية في عام ١٣٩٦هـ مع إنشاء كلية علوم الأرض . وهو يختص بدراسة التراكيب البنائية للوحدات الصخرية وتحديد أبعادها وتحليل اتجاهاتها ودرجات تشوهها واستنباط مسبباتها وعمل المسوحات الخاصة بها وإعداد الخرائط البنائية لأغراض الاستكشاف عن المعادن والبترول والمياه . يزود الطالب في هذا القسم بخلفية جيدة عن المساحة التصويرية وفي تضاريس سطح الأرض لتمكنه من تحليل الصور الجوية واستخدامها في أغراض متعددة .

وبموجب الخطة الدراسية الجديدة للكلية سوف يتمكن القسم من منح درجات البكالوريوس والماجستير والدكتوراه .

ويهدف قسم الجيولوجيا البنائية والاستشعار عن بعد إلى ما يلي : ـ

ـ إعداد الخرائط الجيولوجية للوحدات الصخرية مع عناية فائقة بالتراكيب البنائية وتحديد أبعادها واتجاهاتها وذلك لأغراض الكشف عن المعادن والبترول والمياه .

ـ تحليل الصور الجوية وعمل الخرائط الخاصة بالمساحة التصويرية .

ـ تحليل الصور المأخوذة بالأقمار الصناعية (الاستشعار عن بعد) وتحليل معلوماتها لأغراض المسح الجيولوجي وإعداد الخرائط الإقليمية وأعمال التنقيب والأغراض الأمنية.

ـ دراسة مواقع الامتداد العمراني وتحديد التراكيب الرئيسية في تلك المناطق .

## الجيوفيزياء

يهدف قسم الجيوفيزياء إلى تنمية المعارف الجيوفيزيائية وتطويرها في المجالات الآتية :

١ـ دراسة الخواص الفيزيائية للأرض وموادها والحركات التكتونية واستكشاف البيئات الملائمة والأحواض الرسوبية وتحديد التراكيب الجيولوجية تحت السطحية ورسم الخرائط لها وذلك بالمقاسات الجيوفيزيائية ، (الجوية والسطحية والبحرية) .

٢ـ التنقيب عن المعادن ، والبترول واستكشاف المصائد البترولية ، وكذلك التنقيب عن المياه الجوفية .

٣ـ القياسات الجيوفيزيائية للمناطق المزمع إنشاء مشروعات هندسية عليها وتحديد الصلاحية ومواصفات المرونة للطبقات في المناطق المدروسة وعوامل الأمان ، ودراسة الأخطار الزلزالية في المنطقة على المستوى المحلي والإقليمي، وكذلك التنقيب عن المنشآت المدفونة كالآثار وخلافه .

٤ـ إجراء البحوث في مجالات التطبيق الجيوفيزيائي ، للبحث عن المعادن والبترول والماء الباطني وتطوير التقنيات واستخدامات الحاسب الآلي وكذلك استخدام الجيوفيزياء في دراسة الحركات التكتونية وفيزياء الأرض .



المتحف الجيولوجي بالكليه

## جيولوجيا المياه

يهدف قسم جيولوجيا المياه إلى ما يلي :ـ

١ـ تقديم المعارف المتكاملة الخاصة بالمياه الجوفية وحركتها ومساراتها وتجمعها ونوعيتها وتأثير ذلك على الصخور الحاوية لها .

٢ـ تعليم الطرق التطبيقية الخاصة بالتنقيب عن المياه الجوفية واستقصائها وعمل المسوحات اللازمة لها والتحاليل الخاصة لمعرفة صلاحيتها .

٣ـ تطوير وتنمية مصادر المياه الجوفية في المملكة العربية السعودية .

٣ـ الإسهام في تنمية المعارف والمعلومات للعاملين في مجال المياه الجوفية عن طريق إعداد الدورات والندوات العلمية في المجالين الأكاديمي والتطبيقي .

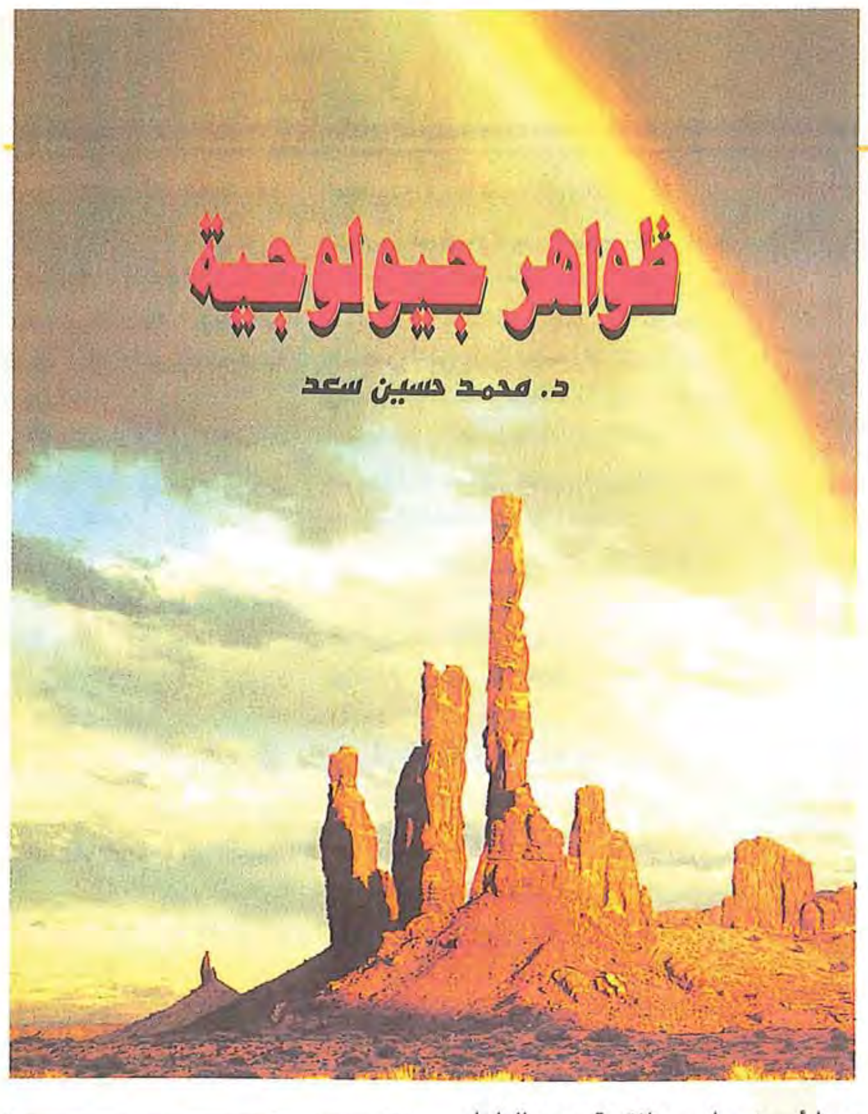
## الجيولوجيا الهندسية

الجيولوجيا الهندسية فرع من علوم الأرض يختص بتطبيقات العلوم الجيولوجية في مجالات الهندسة المدنية وهندسة التعدين ، وتشمل أهدافه ما يلي : ـ

١ـ تقديم المعارف الأساسية عن الخواص الجيولوجية الهندسية للصخور والتربة ومواد الإنشاء الجيولوجية ، وكذلك طرق الفحص الموقعي للإنشاءات الأرضية .

٢ـ تقديم المعارف التطبيقية عن مدى الملاءمة الجيولوجية للأعمال الإنشائية وكيفية تقدير المخاطر المحتملة والمتوقعة لأعمال الحفر والإنشاء الخاصة بالمشاريع الهندسية مثل السدود والأنفاق والجسور والأعمال تحت السطحية والموانيء والطرق ومحطات الطاقة والمباني .

٣ـ تقديم المعارف الجيولوجية الهندسية التي تسهم في تحديد أفضل الأماكن للسكنى والتعمير وتحديد مواقع النفايات .



# ظواهر جيولوجية

د. محمد حسين سعد

**خلق الله سبحانه وتعالى الأرض ـ وباقي المخلوقات ـ بحكمة وقدرة بالغة، ونظام بديع تحار فيه الألباب، ومنَّ الله علينا فمهَّد لنا هذه الأرض، وسطحها، وبسطها، وفرشها، وشق فيها السبل، وقدر فيها أقوات عباده، ودق فيها الجبال كالأوتاد لتحفظ توازنها، وتعمل على تثبيتها، ودورانها في مدارها حول الشمس، وفجر خلالها الأنهار والبحار، وأسقط عليها الماء من السماء فأنبتت بإذن ربها أنواعاً كثيرة من الزروع مختلفة الأشكال والألوان والثمار ﴿ والأرض بعد ذلك دحاها * أخرج منها ماءها ومرعاه * والجبال أرساها * متاعاً لكم ولأنعامكم ﴾ ( النازعات : الآية ٣٠ ـ ٣٣ )، وأودع لنا في باطنها الخير الكثير من نفط، وغاز طبيعي، ومياه جوفية، وثروات طبيعية، وغيرها من النعم التي لا تعد ولا تحصى.**

ونظرا لدوران الأرض حول نفسها، وحول الشمس، وتعرضها لأنواع مختلفة من القوى والعمليات الخارجية والداخلية ـ بسبب ما يسقط عليها من طاقة الشمس الحرارية والضوئية، وما ينبعث من باطنها من حرارة عالية ـ تتشكل عدة ظواهر جيولوجية ذات أشكال وأنماط مختلفة على سطح الأرض أو تحته، وعلى قيعان البحار والمحيطات، تعمل مجتمعة بعضها مع بعض على تغيير معالم ومظاهر ذلك السطح على مر الأزمنة والعصور.

ولإلقاء الضوء على ما هية هذه الظواهر، وكيفية حدوثها، وأماكن وجودها، وأهميتها الاقتصادية، والأخطار الناجمة عن بعضها، فإن هذا يتطلب إعطاء فكرة مبسطة عن نشأة الأرض، ومكوناتها، والعمليات التي تحدث على سطحها وفي باطنها.

## نشأة الأرض

وضعت عدة نظريات ـ قديمة وحديثة ـ لمحاولة تفسير كيفية نشوء الأرض، إلا أنه لم يحظ أي منها بموافقة جميع العلماء. وكانت أكثر هذه الآراء قبولاً ما ذكره بعض الفلكيين من أنه منذ حوالي ٥٠٠٠ مليون سنة ـ والله أعلم ـ انفصلت من الشمس عدة كتل هائلة من الغبار والغازات على هيئة سحب أخذت في الدوران حولها، وجذبت الكتل الكبيرة الكتل الصغيرة المتطايرة حولها أو في طريقها، ومن ثم ازداد حجمها حتى تجمعت أغلب السحب الغازية في تسعة كواكب سيارة ـ إحداهما الأرض ـ تدور حول الشمس في إتجاه واحد من الغرب إلى الشرق في مدارات متعددة. ويتبع هذه الكواكب توابع أخرى منها ٣١ قمراً، و٣٠,٠٠٠ نيزك، و١٠٠ بليون شهاب. وتعرف الشمس وما يتبعها من الكواكب بالمجموعة الشمسية.

وقد توصلت الدراسات العلمية الحديثة إلى أن جميع مكونات المجموعة الشمسية من أصل واحد أو بينها خواص وقوانين مشتركة أوتشابه من حيث التركيب الكيميائي أوانتظام حركتها حول الشمس، ووجود توابع لمعظم أفرادها.

## مكونات الأرض

عندما انفصلت الأرض من الشمس، وأخذت في الدوران حولها، وبدأت في البرودة والانكماش، ترتبت مكوناتها ـ تبعاً لاختلاف كثافتها ـ على هيئة طبقات متحدة المركز، حيث انجذبت المواد الثقيلة نحو مركز الأرض مكونة لُبها الداخلي، وتجمعت المواد الأقل كثافة عند سطح الأرض لتكون قشرتها الخارجية، وبين مركز الأرض وقشرتها الخارجية طبقات أخرى متوسطة الكثافة تعرف بالوشاح، وللعلاقة المباشرة وغير المباشرة بين مكونات الأرض وما يحدث عليها من ظواهر جيولوجية، فإن هذا يتطلب إعطاء فكرة مبسطة عن تركيب وخصائص طبقات الأرض، شكل (١)، وذلك على النحو التالي:

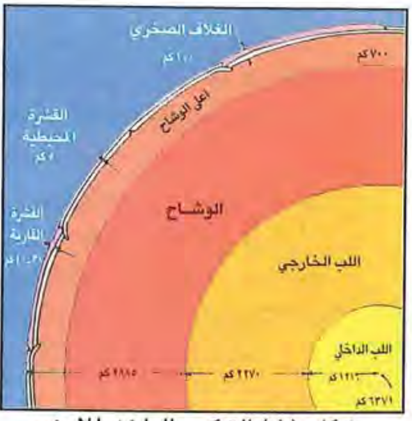
### ● القشرة الأرضية

تتكون القشرة الأرضية (Earth's Crust) من كل من القشرة القارية والمحيطية، ويصل متوسط سمكها إلى ٢٠ كم، إلا أنها

تصل إلى أكبر سمك لها في عـدد من المنـاطق الجبليـة حيث يـزيـد سمكهـا عن ٦٠كم . يختلف تركيب وخـواص القشرة القارية عن المحيطيـة ، حيث تتكون الصخـور القاريـة بصفـة أســاس من عنــاصر السيليكـون (٧٠٪) والبوتـاسيوم والصـوديوم ، وتبلغ كثـافتهـا حــوالي ٢,٨جم/سم٣ ، وسرعـة الموجات الزلزالية بها ٦ كـم /ثانية تقريباً ، بينما تتكون الصخور المحيطيـة أساساً من عنـاصر السيليكـون (٤٠٪) والمنجنيــز ، وتتراوح كثـافتهـا بين ٢,٩جم/سم٣ إلى ٣,٤جم/سم٣ ، وتصـل سرعـة الموجـات الزلزالية بها إلى حوالي ٧كم/ثانية .

## ● الوشاح

تشكل طبقة الـوشاح (Mantle) أكثر من ٨٠٪ من حجـم الكـرة الأرضيــة ، ويبلغ سمكهـا حـوالي ٢٨٨٥كم ، وهي عبـارة عن جسم صلب لـدن . يشغل الجزء العلـوي من طبقة الوشاح غـلاف من الصخور الضعيفة



شكل (١) التركيب الداخلي للارض

يسمى بـالغلاف الـواهن (Asthenosphere) ، يتراوح عمقه بين ١٠٠ كم إلى ٧٠٠كم ، إلا أن الجزء العلوي فقط من هذا الغلاف (١٠٠ كم إلى ٢٥٠كم ) يحتوى على صخـور منصهرة أو أقـرب إلى درجة الانصهـار من الصخـور التي فـوقها أو التي تحتهـا ، كما يوجـد هذا الجزء تحت القشرة المحيطيـة وأجــزاء من القشرة القـاريـة فقط ، وينشأ منــه بعض الصخـور المنصهـرة المصـاحبـة للنشـاط البركاني ، كما تتحـرك فوقـه صفائح القشرة الأرضيــة متقاربـة أو متبـاعـدة أو منزلقـة بعضها إلى بعض . ويوجـد وسط فاصل بين السطح السفلي للقشرة الأرضيــــة و السطح العلوي لطبقـة الوشاح يسمى وسط مـوهو (Moho Discontinuity) ، يتراوح عمقــه بين ١٠ إلى ١٠٥كم عن سطح الأرض، وتتميــز صخـوره بكثـافة عالية ، وطبيعـة غير صلبة تزداد سرعـة الموجات الـزلزاليـة خلالها مع تغيير الصفات المميزة لها .

## ● اللب

يبلغ قطر اللب (Core) حوالي ٣٤٨٦كم ، ويمتد من الطرف السفلي لطبقـة الوشاح إلى مركـز الأرض ، ويمثل حوالي ١٦٪ من حجم الأرض ، و٣٣٪ من وزنها . يتركب اللـب من نطـاق خـارجي سـائل يبلغ سمكـه حـوالي ٢٢٧٠كم ، وكتله داخليـة صلبة يبلغ نصف قطـرهـا حـوالي ١٢١٦كـم . وتبلغ كثـافـة صخـور اللب عشرة أضعـاف كثافة الماء ، إلا أنها تصل عند المركـز إلى ١٣,٥جم/سم٣ ، كما تتراوح درجة حـرارته بين ٣٠٠٠°م إلى ٥٠٠٠°م .

# عمليات الأرض

يتعـرض سطح الأرض بصفــة دائمـة لعمليات جيولوجيـة خارجية وداخلية تعمل معاً على تغييرالملامـح الخارجية والـداخلية للقشرة الأرضيـة . ويمكن تــوضح هــاتين العمليتين كما يلي :

## ● عمليات خارجية

تتمثل العمليـات الخارجيــة في عمليتي التعرية والبنـاء ، وتتم بعدة عوامل هي الماء (السطحي والجوفي)، والهواء ، والجليديات، والـريــاح، والجاذبيــة الأرضيــة، والمد، والجزر، والفعل الإحيـائي للكـائنات الحيـة النباتية والحيوانية .

## ● عمليات داخلية

تتمثل العمليـات الـداخلية في الحركـات الأرضيــة ـ التــى أدت ولا تزال ــ إلى تحرك الطبقـات الخارجيـة لــلأرض ، وإلى تقـدم وانحسار المياه بـالنسبة للقارات ، وتنقسم الحركات الأرضية إلى نوعين هما :

* **حـركــات سريـعــة ومفــاجئـة :** مثل الازاحات الصخـرية الأفقية والـرأسية التي تسببها الزلازل .

* **حركات بطيئة :** تنتج عن الحركة الأفقية للصفائح الأرضية تحت تأثير تيارات الحمل الصاعدة والهابطة في الجزء العلوي من طبقة الوشاح . تحدث الحركـات البطيئة على مدى زمني طــويل ، وينجم بسببهـا حــركـات أرضية مختلفـة تغير من تركيبـات وأوضاع اليابسة والبحار ، ومنها نوعان هما :

**ـ حركات بانية للقارات ( Epeirogenic Movements ) :** يستغرق حدوثها أزمنة جيولوجية متعددة ، وتبدو نتائجهـا على سطح الأرض في تكوين المرتفعـات والمنخفضــات الشــاسعــة مثل الهضــاب ، والأحواض ، والجبـال الكتليـة ، والوديان الفالقية .

**ـ حـركات بانيـة للجبال ( Orogenic Movements ) :** تظهـر في منـاطـق الانثنـاء لطبقـات القشرة الأرضيـة ، وهي حـركـات ثورانيـة سريعـة عنيفــة قصيرة المدى . ومن أهم الحركــات البانية للجبـال الحركة الألبينية ( Alpine ) في آخــر حقب الميـزوزويك، والهرسينيــة أو الأبــالاشيـانيــة ( Apalachian ) في العصر الكربوني ـ البرمي ، والكاليدونية ( Caledonian ) في آخر العصر السيلوري ـ الديفوني .

# أهم الظواهر الجيولوجية

نظـراً لأهميـة دراســة وتتبع الظـواهـر الجيولوجية ـ المصـاحبة للعمليات المذكورة سـابقـاً ــ لما لها من تأثيرات مبـاشرة وغير مبـــاشرة على الإنســـان والتي نلمسهــــا ونشاهدها كثيراً بين الحين والآخر ، سيتم ـ بإذن اللـه ـ تخصيص جزئين متتـاليين من مجلة العلـوم والتقنية لهذه الظـواهر ، حيث يتضمن الجزء الأول منها عدة ظـواهر هي : المتـداخـلات النـاريـة ، والطي والتصـدع ، والإنجـراف القاري ، وتكتـونية الصفـائح ، والكثبان الرملية ، والكهـوف ، بالإضافة إلى مقال آخر يتناول وحدات الزمن الجيولوجي وخصــائص العصـــور المختلفــة . بينما يتضمن الجزء الثـاني مجموعـة أخـرى من الظواهـــر هي : التجـويـة ، والجليـديـات ، واليـنـــابيع ، والغـــابــات المتحجـــرة ، والإنخسـافـات الأرضيـة ، وبنـاء الجبـال وغيرها .

وفيما يلي توضيحاً موجزاً لهذه الظواهر .

## ● المتداخلات النارية

المتداخـلات النارية عبـارة عن صخـور نارية جوفية تـوجد على هيئة كتل أو أجسام متبـــاينـــة في الشكل والحجـم والتركيب الصخري ومكـان وجودهـا ، وذات علاقـة مباشرة ومتشابكة مع الصخور المحيطة بها فهي قـد تتقـاطع أو تتـوافق مع اتجاهـات

تراكيبها الأساس .

تنقسم المتداخلات النارية بصفة أساس إلى أربعة أقسام رئيسة هي الأجسام الصفيحية مثل القواطع والجدّات والعروق ، والأجسام العدسية مثل الكتل المحدبة والمقعرة والهلالية ، والأجسام الكتلية الصغيرة والكبيرة ، والمعقدات النارية القارية .

## ● الطي والتصدع

تحدث ظاهرتا الطي والتصدع عند تعرض طبقات القشرة الأرضية لقوى مختلفة ، فتنثني الطبقات الضعيفة المرنة ، وتتكسر الطبقات الهشة . ويحدث الطي غالباً في الأعماق ، بينما تحدث الصدوع بصفة أساس قريباً من سطح الأرض وتمتد لآلاف الكيلو مترات طولاً وعرضاً قاطعة سطح القشرة الأرضية وكذلك قيعان بحارها ومحيطاتها .

تعد ظاهرتا الطي والتصدع من الظواهر الجيولوجية الهامة التي تلعب دوراً أساساً في تشكيل سطح الأرض لما يصاحبهما من حدوث بعض العمليات التكتونية مثل ظهور سلاسل الجبال الضخمة ، وتكوين الوديان الفالقية ، وانجراف القارات ... وغيرها .

ومن الناحية الإقتصادية تعد دراسة وتحديد أماكن الطيات والصدوع ذات أهمية خاصة في عدة مجالات منها النفط ، والثروة المعدنية ، والتعدين ، والمياه الجوفية ... وغيرها .

## ● الانجراف القاري

يعد الألماني **ألفريد فيجنر** ( Alfred Wegener ) أول باحث قدم نظرية انجراف أو زحزحة القارات في إطار علمي مقبول ، حيث أوضح بأن القارات القديمة — حتى عام ٣٠٠ مليون سنة مضت — كانت متجمعة في منطقة القطب الجنوبي وتعرضت في ذلك الوقت لعصر جليدي قديم ( جليديات العصر الكربوني ) ، ثم انجرفت أفقيا من مواقعها الأصلية إلى مواقعها الحالية .

وطبقاً للأفكار التي أوضحها **فيجنر** في نظريته ، قام الباحثان **دايتس وهولدن** ( Dietz and Holden )، وآخرون ، عام ١٩٧٠م بوضع تفاصيل جغرافية الكرة الأرضية على مر العصور المختلفة التي بدأت بتفكك القارة العملاقة إلى قارتين ضخمتين هما القارة الشمالية ( لاروسيا ) والقارة الجنوبية ( قوندوانالاند ) ، ثم بدأت القارتين في التفكك والانفصال حتى وصلت إلى ماهي عليه الآن .

وأدت الاكتشافات العلمية السابقة إلى معرفة الكثير عن قاع المحيطات مما ساعد العالم **هاري هس** ( H . Hess ) ، في أوائل الستينات من هذا القرن إلى تقديم فرضية قاع المحيط التي تُبنى على أن هناك خلية تيارات حمل كبيرة تعمل داخل طبقة الوشاح مسببة تصاعد مواد صهيرية منه إلى سطح قاع المحيط على طول منطقة تسمى بأعراف المحيط مكونة بذلك قشرة محيطية جديدة ، حيث تقوم تيارات الحمل الصاعدة بإزاحة جانبية لقاع المحيط مسببة اتساعه .

## ● تكتونية الصفائح

تتلخص نظرية تكتونية الصفائح في ثلاثة أسس هي أن الغلاف الصخري يتكون من نوعين من الصفائح هما صفائح صلبة كبيرة مثل صفيحة أوراسيا وصفيحة المحيط الهادي المحيطية والصفائح القارية المحيطية ، وصفائح صلبة صغيرة مثل الصفيحة العربية وصفيحة نازاكا . وتتحرك الصفائح تحركاً تباينياً بابتعاد أو اقتراب بعضها من بعض أو انزلاق إحداها بموازاة الأخرى ، وانحصار النشاط الزلزالي والبركاني وأحزمة الجبال في حدود هذه الصفائح .

تتميز الصفائح بثلاثة أنماط من الحدود هي حدود تباعد الصفائح ، وحدود تقارب الصفائح ، وحدود الصدوع التحويلية . تتحرك صفائح الكرة الأرضية من خلال خمس آليات مختلفة هي تيارات الحمل ، والجذب ، والانزلاق ، وصعود الصهير ، والبقع الساخنة .

وقد أمكن بوساطة نظرية تكتونية الصفائح تفسير وجود سلاسل الجبال سواء في أطراف القارات أم في داخلها ، وتوزيع الزلازل والبراكين وحصرها في أحزمة ، والظواهر الجيولوجية الخاصة بالنشاط الزلزالي والجبال في الوطن العربي .

## ● الكثبان الرملية

تغطي الكثبان الرملية مساحات شاسعة من سطح الأرض ، ويتركز الجزء الأكبر منها في المناطق شبه الجافة والجافة وشديدة الجفاف التي تشكل في مجموعها مساحة تقدر بحوالي ٤٨ مليون كلم٢ .

تنشأ الكثبان الرملية نتيجة حمل الرياح للحطام الصخري غير المتماسك — حبيبات



● كثبان رمليه هلاليه — منطقة الربع الخالي

رملية وغير رملية — ونقله من مكان لآخر ، ومن ثم ترسيبه وتراكمه على هيئة رواب وهضاب رملية ذات أحجام ومساحات مختلفة . وتقسم الكثبان الرملية بصفة أساس — حسب مكان تجمعها — إلى نوعين هما الكثبان الشاطئية ، والكثبان النهرية ، كما أنها تتشكل عند تراكمها على عدة أشكال مختلفة منها الكثبان الهلالية والطولية والمستعرضة .. وغيرها .

للكثبان الرملية فوائد اقتصادية هامة تتمثل في زيادة خصوبة التربة الزراعية ، وفي صناعة الزجاج ومواد البناء ، كما تستخدم كمستودعات لخزن مياه الأمطار للاستفادة منها في فترات الجفاف .

## ● التجوية

تعرف التجوية بأنها العمليات الميكانيكية والكيميائية والإحيائية التي تؤثر في الصخور والمعادن المكونة للطبقة السطحية من القشرة الأرضية ، مما يؤدي إلى تفتيتها وتكسيرها ، حيث يتم حملها ونقلها بعوامل نقل مختلفة ( الماء ، الرياح ، الجليد ) وترسيبها على هيئة صخور رسوبية تُشكل تربة خصبة للزراعة ، كما أنها تحتوي على معادن اقتصادية هامة .

تعمل التجوية الميكانيكية على تفتيت الصخور — دون أي تغير في تركيبها الكيميائي — من خلال ثلاثة عوامل هي التغيرات الحرارية ، وإزاحة الأحمال ، والتمدد البلوري . بينما تعمل التجوية الكيميائية على تغيير المعادن إلى معادن أخرى من خلال

تفـاعلات كيميـائية معقـدة يدخل فيهـا الماء وثاني أكسيد الكربون ، وعناصر ومواد أخرى.

أمـا التجـويـة الإحيــائيـة فتشمل كل التغيرات الكيميائية والفيزيائية التي يسببها كل من الإنســان والكائنـات الحية الأخـرى الحيوانيـة والنباتيـة والغازات التـي تصدر عن وسائل النقل والصناعة وغيرها .

## ● الجليـديــات

تغطي الجليـديات في الوقـت الحاضر ما يقارب من ١٠٪ من سطح الكـرة الأرضية ، وهي عبارة عن كتل جليـدية ضخمـة ناتجة عن تـراكم رقـائق الثلج وتجمدهـا وإعـادة تبلورها وتشكلها تحت تأثير وزنها الكبير .

تُقسم الجليديات حسب مكان وجودها إلى نوعين أساسين هما الجليديـات القارية ـ تمثل أكثر من ٩٠٪ من جليديـات العالم ـ وتشتمل على جليـديـــات كل من القطـب الجنـــوبي وجـرينلانـد بـالقطب الشمالي ، والجليديـات الألبينيـــة وتشمل آلاف الكتـل الجليــديـــة محدودة المساحة ، المنتشرة في المناطق الجبلية المختلفة ، ويقتصر وجـودها على الأوديـة ومن أمثلتهـا جليـديـــات آلاسكـا ، وسلسلة جبال الإنديز ، وجبال الألب.. وغيرها.

سادت بعض الفترات الجليدية ـ على مر العصور الجيولوجية ـ في أماكن متفرقة على سطح الكـرة الأرضية ، وقد تـم التعرف على مثل تلك الفترات من خـلال عدة أدلـة أهمها التضـاريس الأرضيـة الناجمة عن حـركـة وتعريـة الجليديـات ، والرواسب الجليـدية المختلفة التي تترسب أثنـاء حركـة أو توقف وذوبـان الكتل الجليديـة ، وكذلك الأشكـال الأرضية الناتجة عن تراكم تلك الرسوبيات .

## ● الكـهــوف

تنتشر الكهوف في أماكن عديدة من الكرة الأرضية تتراوح بين المناطـق الصحراوية إلى المناطق الباردة والاستوائية خاصة في أوربا . والكهـوف عبـارة عـن تجاويف طبيعيـة في الأرض تشمل كل الفجـوات الأرضيـــة عـدا المناجم والأنفاق التي من صنع الإنسان .

تُقسم الكهـوف إلى نوعين أســاسين هما الكهـوف الأوليـة مثل الكهـوف البركـانيـة والشعب المرجـانيـة والأحجار المســاميـة ، والكهوف الثـانوية مثل الكهوف ميكـانيكية المنشأ وكهوف الإذابة .

ومن أمثلـة الكهوف في المملكـة العربيـة السعـودية ،كهـوف مـدينـة الريـاض مثل كهـوف جبل أبو مخروق بـالملز ، وكهـوف بنبان ( غار الشيوخ ) ، وكهوف أحياء النفل والربيع وغيرها .

## ● الينـابيـــع

تعرف الينـابيع ( العيون ) بأنها المواقع التي يتـدفق منهــا الماء طبيعيـاً على سطح الأرض دون تـدخل من الإنســان . ويعتمـد إنتاج الينـابيع من الميـاه على ثلاثـة عـوامل أسـاس هي الوضـــع الهيـدرولوجي بما في ذلك نفـــاذية الطبقـــة الحاملـــة للماء ، ومسـاحة المنطقة الفعَّالة التي تسقط عليها الأمطار لتغـذية الطبـقـات المائيـة ، وكمية المياه التي تغذي هذه الطبقات .

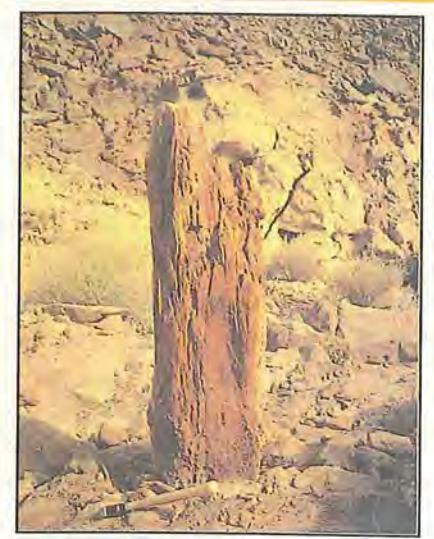
تُقسم الينابيع إلى عـدة أنواع طبقـا لعدة عوامل منهـا نوعية الطبقات الحاملـة للمياه وتركيبها الجيولـوجي ، وكمية المياه المنتجة منهـا ، ونوع الطبقـة المائية ، والخصـائص الكيميائية للمياه ، ودرجة حرارة الماء .

يوجـد في المملكة العديد من عيـون المياه من أشهـرهـا عيون الإحســاء ، والأفـلاج ، والعزيزية ، وزبيدة ، والطائف ، وغيرها.

تستخدم مياه الينـابيع في أغراض كثيرة منهـا الشرب ، والـزراعـة والإستخـدامـات الصحيـة في علاج بعض الأمـراض الجلديـة وذلك لما تحتـــويـه هـذه الميـــاه من بعض العناصر الكيميائية .

## ● الغابات المتحجـرة

تكونت الغابات المتحجـرة عندما جرفت المياه جذوع الأشجـار والنباتات وألقت بها في المنخفضــــات ومـــواقع الترسيـب التي تغطيها المياه ، ومن ثم طمرهـا بالرسوبيات ممـا أدى إلى منع تأثير العـــوامل الطبيعيـة ووصول الأكسجين والبكتيريـا إليها فحـال ذلك دون تفسخها وتحللهـا . تلا ذلك تسرب المياه الجوفية أو المحاليـل الغنية بالمعادن ـ كـالسيت ، سيليكـا ، مغنسيـوم ، حـديـد ، بايـرايت ـ إلى جذوع هذه الأشجـار وغيرها من البقايـا النباتيـة ، مما أدى إلى تعـرضهـا لعمليات كيميـائية معقدة تم خـلالها إحلال المكونـات الأصلية للنبـاتات بمعـادن حلت محلهـا وأخذت شكلهـا الأصلي . ولا تحدث عملية الإحـلال لعدد محدود مـن الأشجار ، وإنما لأعداد كبيرة منها ـ تصل إلى الآلاف ـ مختلفة الأنواع والأحجام ، ومن ثم يطلق عليها اسم الغابات المتحجرة .



● أحد امثلة الأشجار المتحجرة

تنتشر ظـاهـرة الغـابـات المتحجـرة في أماكن كثيرة من العالم ، ومن أمثلتها منطقة القصيم بالمملكة العـربية السعودية ، ووادي الريان بجمهوريـة مصر العربية .

## ● الإنخسافات الأرضية

تُشاهد الإنخســافات الأرضية في مختلف منـاطق العـالم في ظـروف بيئيـة مختلفـة ، ويتركـز معظمهـا بصفة أسـاس في المنـاطق الجيرية الرطبة ، ومنـاطق ترسيبات الجبس ، حيث تتشكل فيهـا الإنخسـافـات على هيئـة حفـر مخروطيـة ــ منتشرة بسطح التربـة ـ يتراوح اتساعها بين متر واحد إلى عدة أمتار ، وقد تتصـل حفرتان أو أكثـر لتكويـن حفرة كبيرة يمتد قطرها لعشرات الأمتار .

تتلخص آليـــة تكـوين الإنخســـافـات الأرضية في تعـرض سطح التربة لتغيرات في درجـة الحرارة وتبـادل الجفـاف والترطيب فتتشقق الطبقـــات السطحيـــة ، وتعمل كممـرات لتصريف الميـاه بسرعـة إلى أسفل ممـــا يترتب عليـه إذابـــة الأمـــلاح فتتسع الشقوق مكونة فوهات أو حفر بالوعات .

ومن أمثلـة الإنخسـافات الأرضيـة مـا حـدث في مـدينة مكسيكـوسيتي عـاصمـة المكسيك ، وحقل نفط ويلمنتون بـالقرب من مدينـة لوس انجلـوس ، والوديـان الوسطى لـولايـة كاليفـورنيـا بـالولايـات المتحـدة الأمـريكيـة ، ودحل هيـت ــ ٤٥كم جنـوب شرق الريـاض ـ ومناطق تبـوك ، وجيزان ، والخرج وغيرها بالمملكة العربية السعودية .




# الزمن الجيولوجي

د. ناصر عبد الله الرشيد

**يعد تاريخ الأرض وتكوينها والتغيرات التي طرأت عليها من العلوم المحيرة للإنسان طيلة الأزمنة الماضية ، ولقد كانت هناك محاولات عدة لتقدير عمر الأرض ، والتغيرات التي طرأت عليها ، إلا أن تلك المحاولات لم تساعد في فك الرموز المحيرة ، لعدم توفر الوسائل الدقيقة ، حيث أنه لم تتوفر هذه الوسائل إلا في بداية القرن العشرين عندما اكتشف الإشعاع الذري والنشاط الإشعاعي.**

وسيتناول هذا المقال ـ بمشيئة الله ـ طرق قياس عمر الأرض ، والتاريخ الجيولوجي للأرض بصوره المختلفة ، وتاريخ المملكة العربية السعودية الجيولوجي.

## طرق قياس عمر للأرض

استخدمت عدة طرق لقياس عمر الأرض من أهمها ما يلي:

### ● معدل الترسيب

بنى الجيولوجيون طريقتهم هذه على أساس أنهم إذا تمكنوا من تحديد معدل الترسيب ، ومن معرفة السمك الكلي للصخور الرسوبية التي تراكمت خلال تاريخ الأرض فإن تقدير عمر الأرض سيكون عبارة عن خارج قسمة سمك عمود الترسيب على معدله ، وقد قدر عمر الأرض بهذه الطريقة من ٣ ملايين إلى ١,٥ بليون سنة ، وعلى الرغم من سهولة هذه الطريقة إلا أنها تعترضها بعض الصعوبات ، منها :

١ــ أن الترسيب لا يتم بمعدلات ثابتة لاختلاف الظروف البيئية السائدة.

٢ــ عدم وجود موقع واحد يضم عموداً جيولوجياً متكاملاً ، لذلك فإن تقدير السمك الكلي للصخور الرسوبية يحتم تجميع أقصى سمك معروف لكل عمر، كما يجب مراجعتها كلما اكتشفت مواقع جديدة لمقاطع أكثر سمكاً.

### ● ملوحة المحيطات

يفترض أصحاب هذه الطريقة أن الأصل في مياه المحيطات عذبة ، فإذا تمكن العلماء من تقدير كمية الأملاح الموجودة حالياً في المحيطات ، وتقديركمية الأملاح التي تنقل إليها سنوياً بوساطة الأنهار ، فإنهم سيتمكنون من تقدير عمر الأرض ، وذلك بقسمة محتوى المحيطات من الأملاح على معدل الترسيب السنوي من الأملاح ، وعند بداية القرن العشرين قدر **جون جولي** (John Jolly) عمر الأرض بهذه الطريقة بحوالى ٩٠ مليون سنة.

### ● التاريخ النسبي

تتمثل هذه الطريقة في دراسة التتابع الطبقي للصخور الرسوبية ، حيث ينص القانون ، الذي أرسى دعائمه العالم الإيطالي **نيكولاس ستينو** ، على أنه عند أي تتابع طبقي كامل وسليم للصخور الرسوبية فإن كل طبقة تكون أقدم من التي أعلاها وأحدث من التي أسفلها ، كما أشار إلى قاعدة أخرى أساس وهي قاعدة التأفق المبدئي ، وتنص على أن الأصل في الطبقات أن تترسب في وضع أفقي ، فإذا وجدت بشكل مائل فيكون ذلك نتيجة لحركات تكوينية حدثت في وقت ما بعد عملية الترسيب.

والتاريخ النسبي يعني أن الصخور موضوعة في تتابعها أو في مكانها الصحيح ، فهو ــ في الحقيقة ــ لا يخبرنا عن زمن حدوث شيء ما ، ولكن يخبرنا بأنه تلا حدثاً معيناً وسبق آخر.

### ● الأحافير

الأحافير (Fossils) هي آثار أوبقايا نباتية أو حيوانية محفوظة بين الطبقات في الصخور الرسوبية ، وهي أهم وسيلة لتقدير عمر الأرض ، وتاريخها ، وما طرأ عليها من تغيرات.

تظهر أهمية دراسة الأحافير واضحة في

النتائج التي توصل إليها العلماء من خلال دراستهم لأحافير الكائنات المتنوعة التي خلقها الله عز وجل في الأزمنة الماضية ، وقد تمثلت هذه الأهمية فيما يلي:

١ـ ساعدت على ملء الثغرات في سلم تصنيف الحيوان والنبات.

٢ـ أعطت الباحثين فكرة جيدة عن المجموعات الحيوانية والنباتية المنقرضة (وليس لها مثيلات في الكائنات الحية المعاصرة).

٣ـ دلت على المناخ السائد في العصر الذي كانت تعيش فيه ، لأن الكائنات دائماً تعيش في بيئات ذات شروط معينة تلائم ظروفها المعيشية.

٤ـ ساعدت على تقدير عمر الطبقات السطحية وتحت السطحية وتحديد موضعها الصحيح في الجدول الزمني.

٥ـ ساعدت في مضاهاة الوحدات الصخرية ، و التعرف على حدود اليابسة والمحيطات القديمة.

ومع ذلك فإنه لا يمكن الاستفادة من الأحافير في دراسة الصخور النارية لعدم وجود الأحافير فيها.

### النشاط الإشعاعي

تعد هذه الطريقة أدق الطرق لقياس عمر الأرض وأفضلها ، حيث تمكن العلماء بوساطتها من تقديره بحوالي ٤,٦ بليون سنة ، و تعتمد هذه الطريقة على معرفة نصف العمر للمادة المشعة ، وهو الزمن اللازم لتحلل نصف المادة المشعة إلى النتاج ( الوليد ) المستقر سواء كان نظيراً للعنصر المشع أو عنصراً آخر ، ويوضح الجدول (١) أهم العناصر المشعة المستخدمة في تحديد العمر الزمني للصخور ، والعمر النصفي لكل منها ، والعنصر الثابت الذي ينتج من الانحلال النووي.

ومن الجدير بالذكر أن العناصر المشعة عندما تتحل تفقد جسيمات آلفا (α) وبيتا (β) فتعطي نظيراً مستقراً للعنصر المشع أو عنصراً آخر ، فمثلاً اليورانيوم- ٢٣٨ عندما يتحلل تنطلق منه ٨ جسيمات لأشعة ألفا و ٦ جسيمات لأشعة بيتا قبل أن يصل إلى النتاج المستقر وهو الرصاص ـ ٢٠٦ .

ولا شك أن استخدام النشاط الإشعاعي أعطى طريقة موثوقاً بها لقياس أعمار الصخور والمعادن التي تحوي نظائر مشعة ، وذلك لأن تحلل النظائر المشعة ثابت ، وغير متأثر بأي عوامل مساعدة كيميائية أو فيزيائية .

إذا افترضنا وجود مادة مشعة عمرها النصفي مليون سنة ، وكان يوجد كميتان متساويتان من العنصر المصدر والنتاج ، فهذا يدل على أنه انقضى عمر نصفي واحد ، أي مليون سنة. أما إذا كانت نسبة المصدر إلى النتاج ٣:١ فإن عمر الصخور يكون ٢ مليون سنة وهكذا ، كما في الشكل (١) .

| النظير المشع | العنصر الثالث الذي ينتج من الانحلال النووي | عمر النصف ( سنة ) |
|---|---|---|
| يورانيوم ـ ٢٣٨ ( U-238 ) | رصاص ـ ٢٠٦ ( Pb-206 ) | ٤,٥ × ١٠^٩ |
| يورانيوم ـ ٢٣٥ ( U-235 ) | رصاص ـ ٢٠٧ ( Pb-207 ) | ٠,٧١ × ١٠^٩ |
| روبيديوم ـ ٨٧ ( Rb-87 ) | شترونشيوم ـ ٨٧ ( Sr-87 ) | ٤,٧ × ١٠^٩ |
| بوتاسيوم ـ ٤٠ ( K-40 ) | أرجون ـ ٤٠ ( Ar-40 ) | ١,٣ × ١٠^٩ |
| كربون ـ ١٤ ( C-14 ) | نيتروجين ـ ١٤ ( N-14 ) | ٥٧٧٠ |

● جدول (١) النظائر المشعة لبعض العناصر وعمر النصف لكل منها.

## الوحدات الزمنية

الوحدة الزمنية هي المدى الذي تكونت خلاله الوحدة الصخرية ، وتحدد بالاعتماد على الأحافير التي عاشت خلال تلك الفترة ، وتصنف الوحدات الزمنية كما في الجدول (٢) إلى خمسة أقسام هي : ـ

### الأبد

يعد الأبد (Eon) أكبر الوحدات الزمنية ، ولا يقل مداه عن مئات أو قد يصل إلى ألف أو أكثر من ملايين السنين ، ويقسم إلى أحقاب . وقد قسّم الزمن الجيولوجي إلى ثلاثة آباد هي : أبد اللاحياة ، وأبد الحياة الخافية ، وأبد الحياة الظاهرة.

### الحقب

الحقب (Era) أكبر الوحدات الزمنية الأكثر استخداماً ، ويقاس مداه بعشرات الملايين من السنين ، وتقسم الأحقاب إلى عصور على أساس التغيرات الحياتية ، أي ظهور كائنات حية جديدة أو تطور الكائنات الحية لتتلائم وتتكيف مع البيئة الجديدة و الأحداث الجيولوجية ، مثل بناء الجبال وتكون القارات.

### العصر

يعد العصر (Period) الوحدة الزمنية الأساس الأكثر تداولاً لقياس الزمن الجيولوجي ، يتراوح المدى الزمني لكل عصر ما بين ٢٥ إلى ٩٠ مليون سنة.

### الحين

الحين (Epoch) وحدة زمنية أصغر من العصر ، وتتحدد حدوده طبقاً لدرجة تشابه

الزمن ٠ — أصل المادة المشعة
بعد مليون سنة — تحلل ½ | الباقي ½
بعد ٢ مليون سنة — تحلل ¾ | ¼
بعد ٣ مليون سنة — تحلل ⅞ | ⅛
بعد ٤ مليون سنة — تحلل ١٥/١٦ | ١/١٦
إلخ

● شكل(١) نمط تحلل نظير أشعاعي بعمر نصف مليون عام

محتواه من الكائنات الحية بالأحياء الموجودة حالياً ، ويبلغ المتوسط الزمني للحين ١٥ مليون سنة.

### الأوان

الأوان (Age) أصغر وحدة زمنية في السلم الزمني ، ويعتمد تحديده على مزيد من التفاصيل في التغيرات الحياتية والطبيعية ، ويتراوح مداه الزمني من ٣ إلى ١٠ مليون سنة.

## التاريخ الجيولوجي للأرض

يبدأ التاريخ الجيولوجي للأرض منذ الزمن الذي تكونت فيه أقدم الصخور التي نعرفها ، وقد قسم إلى ثلاثة آباد يوضحها الجدول (٢) ، هي كالتالي :

### أبد اللاحياة

يعد أبد اللاحياة (Azoic Eon) أقدم الآباد حيث يبدأ منذ تكون الأرض ( قبل ٤,٦ بليون سنة ) ، إلى ما قبل ٣ بليون سنة، أي استمر ما يقارب ١,٦ بليون سنة ، ويتميز هذا الأبد بصخور نارية ومتحولة مطوية ومشوهة بدرجة عالية ، ولم يعثر فيها على أي أثر للحياة القديمة حتى الآن.

| أبد | حقب ( دهر ) | عصر | حين | أهم أنواع الحياة | الحوادث الجيولوجية الهامة | السلم الزمني (مليون سنة) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| أبد الحياة الظاهرة " المعروفة " | حقب الحياة الحديثة | الرباعي | الحديث | الإنسان | طبقات جليدية كثيفة فوق شمال أوربا وأمريكا ، بناء الحركة الجبلية الألبية في الألب والهملايا والروكي إلخ | ٠,٠١ |
| | | | البلايستوسين | | | ١,٦ |
| | | الثلاثي | البلايوسين | الماموث | | ٥,٣ |
| | | | الميوسين | الحيوانات العصرية | | ٢٤ |
| | | | الإوليجوسين | آكلات العشب | | ٣٧ |
| | | | الأيوسين | اللبونات الضخمة | | ٥٨ |
| | | | الباليوسين | الخيول الأولية | طفوح بركانية كبيرة | ٦٦,٤ |
| | حقب الحياة المتوسطة | الطباشيري | | الديناصور الأخير | جبال الروكي | ١٤٤ |
| | | الجوراسي | | الديناصور المتوسط | بناء جبال السيرانفادا بالولايات المتحدة | ٢٠٨ |
| | | الثلاثي | | الديناصور الأول | جفاف ونشاط بركاني | ٢٤٥ |
| | حقب الحياة القديمة | البرمي | | الزواحف الأولية | طبقات جليدية والحركة الهرسينية | ٢٨٦ |
| | | الكربوني | | البرمائيات والمستنقعات | الحركة الهرسينية البانية للجبال | ٣٦٠ |
| | | الديفوني | | الأسماك | الحركة الكاليدونية البانية للجبال | ٤٠٨ |
| | | السيلوري | | العقارب المائية | الحركة الكاليدونية | ٤٣٨ |
| | | الأردوفيشي | | الرخويات العملاقة | الحركة التاكونيكية | ٥٠٥ |
| | | الكامبري | | الترايلوبايت | | ٥٧٠ |
| أبد الحياة الخافية | البدائي | | | | طبقات جليدية، ونشاط بركاني | ٢٥٠٠ |
| | العتيقة | | | | نشاط بركاني | ٤٦٠٠ |

● جـدول (٢) مقياس الزمن الجيولوجي ، والحوادث الجيولوجية الهامة .

## ● أبد الحياة الخافية

أبـد الحياة الخافيـة (Cryptozoic Eon) هـو الأبـد الثـاني في الـزمن الجيـولـوجي لـلأرض ، وقـد استمر لفترة تقـدر بحـوالي ٢,٦ بليـون سنـة ، ويتكـون من صخـور نـاريـة ، أومتحـولـة بشـدة ، مع قليل من الصخـور الرسـوبيـة. كما يوجـد في بعض الصخور الحديثـة نسبياً شـواهد تـدل على أشكـال بـدائية من الحيـاة ، مثل الطحـالب الجيريـة ، ويقسم أبـد الحيـاة الخافيـة إلى حقبين هما :

**※ حقب الحياة العتيقة(Archean Era) :** تتكـون صخـوره من طبقـات من الشيست الجرانيتي ، والحجـر الجيري ، وخـام الحديـد. أمـا أشكال الحيـاة في هـذا الحقب فتمثلت في وجود كتل دائريـة صغيرة تعرف بـالإيوزون (Eozoon) ، وهي في الغـالب نوع من الطحالب الأولية.

**※ حقب حياة البدائيات (Proterozoic) :** تشتمل الحياة في هـذا الحقب على الطحالب ، والبكتيريا ، وآثار الديـدان ، وبقايا إسفنجية ، وقشريات أولية.

## ● أبد الحياة الظاهرة

يعـد أبـد الحيـاة الظاهـرة (Phanerozoic Eon) أقصر الأبـاد حيث بـدأ منذ ٥٧٠ مليون سنـة ، ومازال مستمراً إلى وقتنا الحاضر ، ويتميـز بأن معظم صخوره رسـوبيـة وتحتوي على أحـافير للكـائنـات الحية الحيوانية والنبـاتية التي كانت تعيش خلاله، ويقسم إلى ثلاثة أحقاب هي :

**※ حقب الحياة القديمة (Paleozoic Era) :** ويتميز بالتقـدم الواسـع للبحار على الأراضي المنخفضـة وتكـون رواسب كثيرة فـوق الصخـور القـديمـة ، ممـا أدى إلى تكـون الصخـور الـرسوبيـة الأولى ، التي تتكـون بصفة أساس من صخور طينية وصفحية ، وأحجـار رملية. ويقسـم إلى ستة عصـور ، من الأقدم إلى الأحدث هي:

**– العصر الكامبري (Cambrian Period) :** اشتق إسمه من الاسم القديم لمقـاطعة ويلز التي كـانت تعـرف بـكامبيريا ، ودام هـذا العصر مـا يقـارب ٧٠ مليـون سنـة ( منـذ ٥٧٠ مليون سنـة إلى ٥٠٠ مليون سنـة) ، وعـاشت فيـه أنـواع مختلفـة من جميع الحيـوانات فيما عـدا الفقاريـات ، ومن أهم أحافيره ثلاثية الفصوص ( Triliobites ) .

**– العصر الأردوفيشي( Ordovician Period )** : سمي بهذا الاسم نسبـة إلى قبيلـة كـانت تقطن في وسط ويلـز ببريطانيـا تسمى (Ordovices) ، وقـد دام هـذا العصر ٦٥ مليـون سنـة (منـذ ٥٠٠ مليـون إلى ٤٣٥ مليـون سنـة) ، وقد حـدثت خـلالـه بعض الحركـات التكتونيـة ، كما أطلق عليـه عصر الرخويات العملاقة.

**– العصر السيلـوري(Silurian Period) :** أطلق عليـه هذا الاسـم نسبة إلى قبيلـة تسمى سيلورس ( Silures ) كانت تسكـن في ويلز في بريطانيا . ودام هذا العصر أربعين مليون سنة ( منذ ٤٣٥ مليون سنة إلى ٣٩٥ مليون سنة ) . اتضحت في هـذا العصر معـالم أحـواض الترسيب ، كما تميـز بظهور النبـاتات البريـة والحيوانات الرئوية.

**– العصر الديفوني( Devonian Period ) :** اشتق اسم هذا العصر من ديفون (Devon) في جنـوب غـرب انجلـترا. وقـد دام هـذا العصر لمدة ٥٠ مليـون سنـة ( منـذ ٣٩٥ مليـون وانتهى قبل ٣٥٠ مليـون سنـة ) . وظهر فيه نوعان من التكوينات الصخرية هما : تكـوينـات قاريـة ( الحجـر الـرملي الأحمر

القديم ) ، وتكوينات رواسب بحرية. وبالنسبة للحياة البحرية في هذا العصر فقد بدأت الخطيات في الانقراض ، وأصبحت ثلاثية الفصوص نادرة ، وانتشر المرجان الرباعي والصفائحي ، والرأسقدميات ، وظهرت الأسماك وتطورت تطوراً سريعاً ، وكذلك تطورت النباتات من نباتات بدائية لا يزيد طولها عن ٦٠ سم إلى أشجار كبيرة.

– **العصر الكربوني(Carboniferous period) :** أطلق عليه هذا الاسم من قِبَل العالم الإنجليزي كونيبير (Conibear) ، وذلك لانتشار الكربون في صخور هذا العصر على هيئة عروق من الفحم. بدأ العصر الكربوني منذ ٣٤٥ مليون سنة ودام ٦٥ مليون سنة ، وأهم ما يميزه انقراض الخطيات ، واضمحلال ثلاثية الفصوص وانتشار عضوية القدم والجلد شوكيات والمنخريات بشكل واسع ، كما ظهرت خلاله أنواع مختلفة من البرمائيات ، وازدهر نمو النباتات الأرضية مكونة غابات كثيفة.

– **العصر البرمي ( Permian Period) :** أُخذ اسمه من مقاطعة برم( Perm) في روسيا بناءً على اقتراح من الجيولوجي الإنجليزي مرشيذون (Merchezon) في عام ١٨٤١م ، وقد دام هذا العصر لمدة ٥٥ مليون سنة ، وتميزت صخوره بأنها إما رسوبية بحرية يغلب عليها الحجر الجيري ، أو قارية وتشمل المارل الأحمر والأحجار الرملية متداخلة مع الحجر الجيري الدولوميتي والمتبخرات.

تميز محتوى هذا العصر الإحيائي بانقراض ثلاثية الفصوص والمرجان الصفائحي والمجعد ، وازدهار الزواحف وظهور النباتات الصنوبرية الأكثر تطوراً.

*** حقب الحياة المتوسطة (Mesozoic Era):** أصبحت فيه معالم القارات صحراوية ، وذلك بعد حوادث العاصفة والحركة الهرسينية التي تعرضت لها الأرض عند نهاية حقب الباليوزريك ، ونتج عنها تغطية الصخور المفتتة الجبال ، وامتلاء السهول بالكثبان الرملية المتحركة ، وتكوين رواسب دلتاوات الأنهار ، وانتشار البحيرات المؤقتة والمستنقعات الملحية في كل مكان.

تميز مناخ هذا الحقب بأنه حار جاف في مناطق متعددة ، وقد دل على ذلك كثرة الألوان الحمراء في الأحجار الرملية والطفل ، وسعة انتشار الرواسب الملحية والأحجار الدولوميتية ، وقد قسم هذا الحقب إلى ثلاثة عصور هي :

ـ **العصر الترياسي (Triassic Period) :** ويسمى أيضاً بالثلاثي ، وجاءت تسميته بالثلاثي بوساطة العالم الألماني ألبيرتي في عام ١٨٣٤م ، حيث إن صخور هذا العصر ـ في القطاع الصخري النموذجي بألمانيا ـ يمكن تقسيمها إلى ثلاثة أقسام. بدأ العصر منذ ٢٢٥ مليون سنة ودام لمدة ٣٠ مليون سنة. تميزت صخوره بأنها قارية مع وجود بعض الصخور البحرية كالحجر الجيري والطفل ، وذلك بسبب استمرار الظروف البيئية السائدة في العصر البرمي ، كما ظهرت في هذا العصر الزواحف ومنها أول الديناصورات ، وكذلك الثدييات ، كما ازدهرت فيه النباتات الزنبقيات والأمونيتات.

ـ **العصر الجوراسي ( Jurassiac Period) :** اشتق اسمه من جبال جورا (Jura Moun-tains) في فرنسا ، وبدأ منذ ١٩٥ مليون سنة ودام لمدة ٦٠ مليون سنة ، وترسبت معظم صخوره في بيئة بحرية ضحلة ، إلا أن القليل منها ترسب تحت ظروف قارية. تميز هذا العصر بالاختلافات الواسعة في الكائنات الحية التي كانت تعيش فيه ، فقد ازدهرت الأمونيتات والمرجان السداسي وعضويات القدم ، كما انتشرت البطنقدميات والرخويات ثنائية المصراع ، وسادت الديناصورات ، حيث وصلت إلى أقصى حجمها وانتشارها ، أما في نهاية هذا العصر فقد ظهرت الطيور ، وزاد انتشار النباتات البرية.

– **العصر الطباشري (Cretaceus Period) :** ينسب اسمه إلى الكلمة الإغريقية كريتا (Creta) وهي تعني طباشير ، وذلك لوجود طبقات سميكة من الطباشير ضمن صخوره. بدأ هذا العصر منذ ١٣٦ مليون سنة ، وقد دام ٧٢ مليون سنة . ينقسم العصر الطباشيري إلى الطباشيري السفلي ويتكون في الغالب من أحجار جيرية ترسبت في بيئة بحرية ضحلة ، والطباشيري العلوي ويغلب على صخوره الطباشير.

استمرت معظم الكائنات البحرية – في الطباشيري ـ مثل السيجاريات والبطنقدميات والمرجان إلى نهايته ثم انقرضت ، وكذلك بالنسبة للديناصورات ، ويميز هذا العصر ازدهار الحشرات.

*** حقب الحياة الحديثة (Cenozoic Era) :** تمثلت أهم أحداثه الجيولوجية بتقدم البحر مرة أخرى بعد انحساره الكبير في آخر العصر الطباشيري ، فغطى معظم البلاد الأوربية وكثيرا من بلاد العالم ، مما نتج عنه رواسب سميكة مختلفة من الأحجار الجيرية والطينية ، وكذلك ظهور سلسلة جبال الألب ، أما الجزء الأخير من حقب الحياة الحديثة فقد تميز بحادثين هامين هما ظهور الإنسان ، وانتشار الجليد فوق مساحات شاسعة من الكرة الأرضية. قسم هذا الحقب إلى عصرين هما:

ـ **العصر الثلاثي(Tertiary Period ) :** بدأ منذ ٦٤ مليون سنة ، ودام لمدة ٦٢ مليون سنة ، وتتكون صخوره من أحجار رملية وطفل ، ترسبت جميعها في بيئة بحرية . ظهرت في هذا العصر الثدييات وأسلاف الخيول وآكلات الأعشاب ، كما ازدهرت فيه القنافذ والرخويات والمنخريات في البيئات البحرية ، بينما اضمحلت عضديات القدم فقد اضمحلت وقل انتشارها. أما بالنسبة للنباتات فقد ظهرت النباتات ذات الأزهار الحقيقية ، ونظراً لسرعة تنوع الكائنات الحية في هذا العصر فقد قسم إلى خمسة أحايين ، هي : الباليوسين ، والإيوسين ، والأوليجوسين ، والمايوسين ، والبلايوسين.

ـ **العصر الرباعي (Quaternary Period) :** بدأ العصر الرباعي منذ مليوني سنة إلى وقتنا الحاضر . من أهم ما يميزه ظهور الإنسان، أما صخوره فهي عبارة عن رواسب ثلجية مع تكون الأحجار الجيرية العضوية على الشواطيء . وتتشابه الحياة في هذا العصر مع العصر السابق ، إلا أن بعض الفقاريات

قد انقرضت مثل الماموث والخرتيت.

## التاريخ الجيولوجي للمملكة

تعـرضت المملكـة كغيرهـا من منـاطق الكرة الأرضية لتغيرات جيولـوجية على مدى التـاريخ سنوجـزهـا حسب الأحقـاب والعصور شكل ،( ٢ )، فيما يلي:

### حقب ما قبل الكمبري

تظهـر صخــور مـا قبـل الكـامبري في المملكــة في الجزء الغــربي وتمتــد شمالاً وجنوبـاً ، وتعرف بصخور الـدرع العربي ، وهي صخـور نـاريـة ومتحـولـة ، وبعض الصخـور الرسـوبية ويبلغ عمـرها حـوالى ١٥٠٠ مليون سنة.

### حقب الحياة القديمة

يشتمل حقب الحيـاة القــديمـة في على العصور التالية :–

* **العصر الكــامبري :** تتكشف صخــور الكـامبري بـوضوح في المملكـة على امتـداد الحافة الشمالية للـدرع العربي حتى حدود الأردن شمالاً . وقـد سميت هذه الصخـور بمتكـون سـاق (Saq Formation) نسبـة إلى جبل ساق بمنطقة القصيم ، تتكون صخـور هذا العصر بصفة عامة من حجر الرمل.

* **العصر الأردوفيشي :** تتكشف صخـوره في شمال المملكة حول مـدينة تبوك ، ويطلق عليـه متكَوِّن تبـوك ، وتتكون صخـوره من حجـر رمل وطفل يحتـوي على أحـافير للخطيات وثلاثية الفصوص.

* **العصر السيلوري :** توجـد صخوره في المملكة في الجزء العلوي مـن متكون تبوك – يسمى عضـو قصيباء– وتتكون مـن حجر رمل وطفل ، وتحتوي على أحافير خطية.

* **العصر الـديفـوني :** تظهـر صخـــوره بـوضـوح بالقرب من مدينة الجوف الواقعة في شمال غرب المملكة ، وقـد سميت بمتكون الجوف ، ويشتمل على طفـل وحجـــر جير ودلوميت وحجر رمل.

* **العصر الكـربـوني :** لم يحدد على سطح المملكة حتى الآن أي من الصخور التي تتبع هذا العصر.

* **العصر البرمي :** تمتـد صخـوره من بني الختمة الواقعـة في جنوب المملكة حتى تصل إلى النفـود الكبير في الشمال ، ويطلـق عليـه متكَوِّن الخف ، وتتكون صخـوره من حجر جير وطفل وحجر رمل.

### حقب الحياة المتوسطة

يشتمل حقب الحياة المتـوسطة بـالمملكة على العصور التالية:

* **العصر الترياسي :** تتواجـد صخوره على هيئـة حـزام عـريض ينحني حـول الحافـة الشرقيـة للـدرع العـربي ، وتمثل صخـوره بمتكـوِّنـات « سديـر والجلـة والمنجـور » ، واغلبهـا من حجـر رمل وطفـل مع قليل من حجر الجير والجبس.

* **العصر الجوراسي :** ترسبت صخوره على شكل حزام يـوازي الدرع العـربي ، يمتد من جبـال العـارض جنوبـاً حتى النفـود الكبير شمالاً ، وتمثل صخور هذا العصر بمتكونات « مـرات وضرمـــة وجبـال طـويـق وحنيفـة والجبيلـة والعرب والهيـت » . وتتكون هـذه المتكونات بشكل كبير من أحجـار الجير مع قليل من الطفل وحجر المارل والأنهيدرايت.

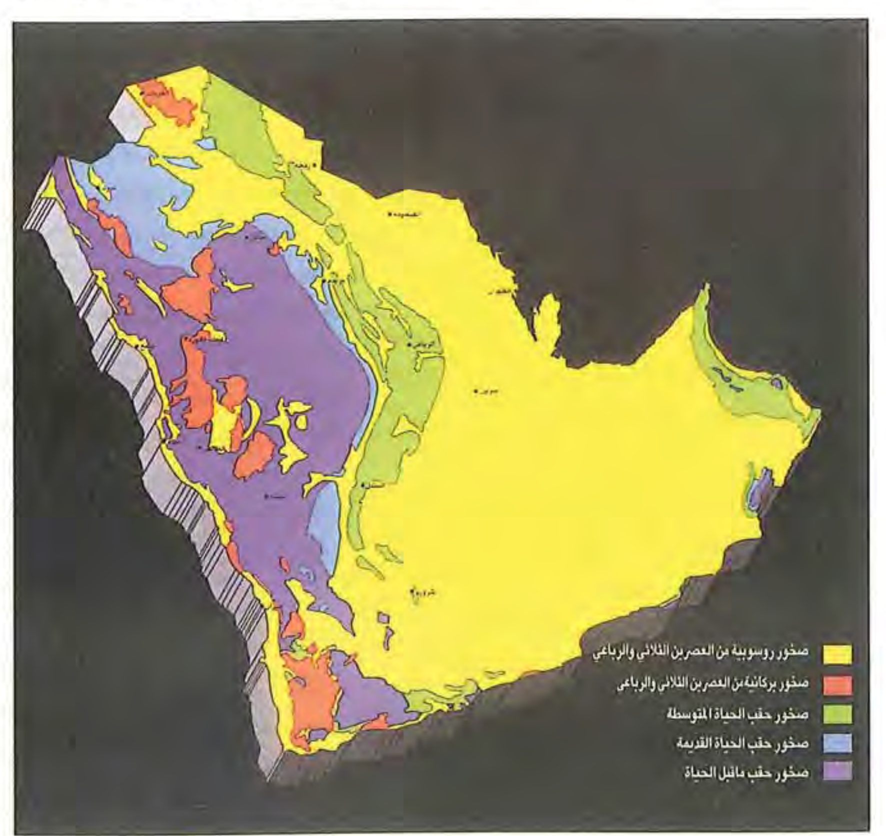
* **العصر الطباشيري:** تظهر صخـوره على هيئة حزام ملتف حـول الدرع العربي ، تمتد صخـــوره من وادي الـــدواسر جنـوبــاً إلى الحدود الشمالية للمملكة مع العراق ، وتمثل صخوره متكوِّنات « السلي واليمامة والبويب والبياض والوسيع والعرمـة » . وغالبية هذه المتكونات من حجر الجير والرمل والطفل.

### حقب الحياة الحديثة

يشتمل حقـب الحيــــاة الحديثـــــة في المملكة على العصرين التاليين:

* **العصر الثـلاثي :** تتكشف صخـوره في أواسط شرق المملكة ، حيـث تمتد شمالاً إلى الحدود العراقية ، وشرقـاً إلى ساحل الخليج العـربي ، وتمثل صخـوره متكـوِّنـات « أم رضمة والـرس والدمام والهيـدروخ والدام والهفـوف والخرج » ، كما تتضمن صخـور هـذه المتكونـات أحجـار الجير والدلـوميت والمارل والطبـاشير وأحجار الـرمل والطفل والجبس.

* **العصر الـربــاعي :** تتمثل صخـــوره برواسب ـ غير متماسكـة ـــ من الحصـــى والـــرمل والطين تغطي أمـــاكن كثيرة من سطح المملكة .




شكل (٢) الهيكل الجيـولـوجي لشبـه الجزيـرة العـربيـة




# التداخلات النارية

د. جمعة عبدالرحيم العلاوي

*المتداخلات النارية (Intrusive Rocks) عبارة عن أجسام أو كتل من الصخور الجوفية متباينة في الشكل والحجم والتركيب الصخري، توجدعادة مدفونة تحت سطح الأرض ضمن كتل وطبقات الصخور سابقة الوجود سواء كانت رسوبية أو متحولة أو نارية ـ تسمى صخور المكان أو الإقليم ــ إلا أنها قد تظهر على السطح عند إزالة ما فوقها من غطاء صخري تحت تأثير عوامل التعرية المختلفة خلال فترات زمنية طويلة.*



تعد المتداخلات النارية أحدث عمراً من الصخور المحيطة بها، وذات علاقة مباشرة ومتشابكة معها، فهي قد تتقاطع أو تتوافق مع اتجاهات تراكيبها الأساس، وكثيراً ما تؤثر فيها وتتأثر بها وذلك من خلال تأثير كل من الحرارة العالية المنبعثة من المتداخلات، والمحاليل الكيميائية الحارة المصاحبة لها والغنية بالمعادن والعناصر التي تشكل نواة لتكوين رواسب خامات اقتصادية هامة.

ولإلقاء الضوء على ماهية المتداخلات النارية وأنواعها، فإنه يتطلب إعطاء فكرة مبسطة عن آلية تكوين الصخور النارية بصفة عامة، وأنواعها المختلفة.

## آلية تكوين الصخور النارية

تمثل الصخور النارية (Igneous Rocks) حوالي ٩٥٪ من كتلة القشرة الأرضية، وتتشكل من مادة الصهير(Magma)، أو ما يعرف بالمواد الأرضية المصهورة، التي تنتج عن الانصهار الجزئي الانتقائي في الغلاف المائع (Asthenosphere) لمادة الوشاح العلوي (Upper Mantle)، وعندما ترتفع المواد المصهورة إلى أعلى عبر صخور وطبقات القشرة الأرضية يقل ما عليها من ضغط، و تبرد تدريجياً ومن ثم تبدأ المعادن المكونة للصهير في التبلور عند درجات حرارة مختلفة، حيث تنفصل المعادن صعبة الانصهار، يليها المعادن الأقل صعوبة، أي التي تحتاج عند انصهارها لدرجة حرارة أقل من سابقتها، وأخيراً تتصلد هذه المعادن لتكوِّن الصخور النارية التي تختلف بعضها عن بعض في تركيبها المعدني والكيميائي ومكان أو مستوى تصلدها.

## أنواع الصخور النارية

يمكن تقسيم الصخور النارية حسب تركيبها الكيميائي ( نسبة ثاني أكسيد السيليكون ــ $SiO_2$) ، ومكان تصلدها إلى عدة أنواع مختلفة، جدول (١)، وذلك على النحو التالي: ـ

### ● التركيب الكيميائي

تعد الصخور النارية بمختلف أنواعها ومجموعاتها صخوراً سيليكاتية (Silicate Rocks)، أي أن السيليكات هي المكون الأساس في تركيبها الكيميائي، حيث تتراوح فيها نسبة ثاني أكسيد السيليكا ($SiO_2$) ما بين ٤٠٪ ( صخور فوق قاعدية) إلى أكثر من ٧٥٪( صخور حامضية)، إلى جانب عدة مكونات أخرى ــ توجد بنسب متفاوتة حسب نسبة السيليكا ـ من أهمها المغنيسيا ($MgO$)، والألومينا ($Al_2O_3$) وأكاسيد الحديد ($FeO, Fe_2O_3$)، والكلس ($CaO$)، والصودا ($Na_2O$)، والبوتاس ($K_2O$)، كما تحتوي الصخور النارية ضمن تركيبها الكيميائي على كميات صغيرة ومتفاوتة من الماء وثاني أكسيد الكربون، وغيرها من المركبات الغازية.

### ● مكان التصلد

تقسم الصخور النارية حسب مكان تصلدها ( مستوى تكونها ) بالنسبة لسطح القشرة الأرضية إلى نوعين، جدول (١)، هما: ـ

*** صخور نارية متداخلة ( متداخلات نارية ) :** وهي أجسام مختلفة الشكل والحجم بردت وتصلدت على أعماق متباينة ضمن طبقات القشرة الأرضية، وفي الشقوق، والصدوع، ويختلف حجم بلوراتها حسب مكان تصلدها. تُقسم المتداخلات النارية بصفة أساس إلى نوعين من الصخور هما:

| التركيب الكيميائي / مكان التصلد | | حامضية (٦٦٪ـ٧٠٪) | متوسطة (٥٢٪ ـ ٧٥٪) | قاعدية (أكبر من ٤٠٪ وأقل من ٥٢٪) | فوق قاعدية (٤٠٪ أو أقل) |
|---|---|---|---|---|---|
| متداخلات نارية | صخور جوفية | جرانيت (Granite) | ديورايت (Diorite) | جابرو (Gabbro) | بريدوتايت (Predotite) |
| | صخور تحت سطحية | ميكروجرانيت (Microgranite) | ميكروديورايت (Microdiorite) | دوليرايت (Dolerite) | — |
| صخور سطحية | | ريولايت (Rhyolite) | انديزايت (Andesite) | بازلت (Basalt) | — |

● جدول (١) تقسيم الصخور النارية حسب تركيبها الكيميائي ومكان تصلدها.

ـ **صخور جوفية (Plutonic Rocks)** : وهي كتل ضخمة من الصخور بردت وتصلدت ببطء شديد على أعماق كبيرة من سطح الأرض تحت ضغط مرتفع ، ودرجات حرارة عالية ، تتميز الصخور الجوفية بأنها كاملة التبلور (Holocrystalline) ، وبلورتها كبيرة الحجم ، وذات نسيج صخري خشن ، مثل صخور الجرانيت والديورايت والجابرو .

ـ **صخور تحت سطحية أو متوسطة (Hypabysal Rocks)** : وهي صخور ذات بلورات متوسطة الحجم تكونت على أعماق قليلة نسبياً ، وقريبة من سطح الأرض ، وتحت ضغط ودرجات حرارة متوسطة ، ومن أمثلتها صخور الميكروجرانيت ، والدوليرايت .

* **صخور سطحية أوبركانية (Extrusive or Volcanic Rocks)**: وهي صخور تكونت على سطح الأرض نتيجة لارتفاع الصهير وتدفقه من خلال فوهة بركان أو شق في القشرة الأرضية ، ثم تعرضه فجأة للضغط الجوي العادي ودرجة الحرارة العادية ، مما تسبب في برودة الصهير بسرعة شديدة ، وعدم إعطائه فرصة كافية للتبلور ، فتصلدت هذه الصخور في صورة بلورات دقيقة جداً أو قد تكون غير متبلورة وذات نسيج زجاجي مثل صخور الريولايت والانديزيت والبازلت .

## أنواع المتداخلات النارية

تنقسم المتداخلات النارية إلى أنواع عديدة مختلفة الأشكال والأحجام والتركيب الصخري ، بينها تداخلات كثيرة وعلاقات متشابكة مع صخور الإقليم . ومن أهم أنواع المتداخلات النارية ، شكل (١) ، ما يلي :ـ

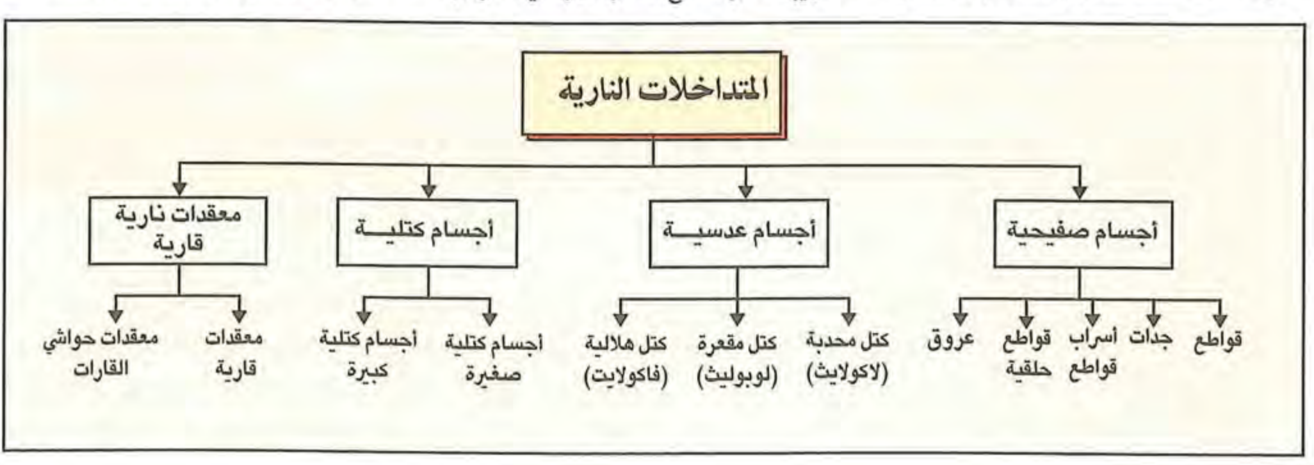
### ● الأجسام الصفيحية

الأجسام الصفيحية عبارة عن متداخلات صغيرة الحجم ، توجد عادة على أعماق ضحلة من سطح الأرض ، ويمكن تقسيمها إلى خمسة أنواع هي :ـ

* **القواطع** : وهي أجسام متداخلة ـ رأسياً أو مائلة قليلاً عن المستوى الرأسي ـ في صخور الإقليم ، شكل (٢) ، وتتكون بصفة أساس داخل أنظمة الصدوع القديمة ، ويتراوح سمكها ما بين ٣٠ سم إلى أكثر من ٥٠٠ متر . توجد القواطع إما منفردة وإما على هيئة مجموعات وإما على هيئة قواطع حلقية ، كما أنها توجد أحياناً مصاحبة للمخاريط البركانية والمتداخلات النارية القريبة من سطح القشرة الأرضية . ومن أمثلة هذه المتداخلات قواطع البيجماتيت الجرانيتي ، وقواطع الأبلايت المنتشرة في كثير من الأماكن كما في صخور الدرع العربي بالمملكة .

* **الجدات** : وهي أجسام صفيحية تشبه القواطع في شكلها إلا أنها تتصلد أفقياً في صخور الإقليم على أعماق ضحلة من سطح الأرض ، شكل (٢) . تتميز الجدات بأن طولها أكبر بكثير من سمكها ، وتوجد إما منفردة وإما متعددة على هيئة مجموعات أو أسراب ، ومن أمثلتها جدة الباليساد الترياسية التي توجد على طول نهر هدسون قرب مدينة نيويورك حيث يبلغ سمكها حوالي ٣٠٠ متر وطولها ٨٠ كم وعرضها ٢ كم ، وجدة البنيبلين في القارة المتجمدة الجنوبية ويبلغ سمكها حوالي ٤٠٠ متر ، وتغطي مساحة قدرها حوالي ٢٠٠٠ كيلومتراً مربعاً.

* **أسراب القواطع** : وتتكون من عدد كبير




● شكل (١) أنواع المتداخلات النارية.

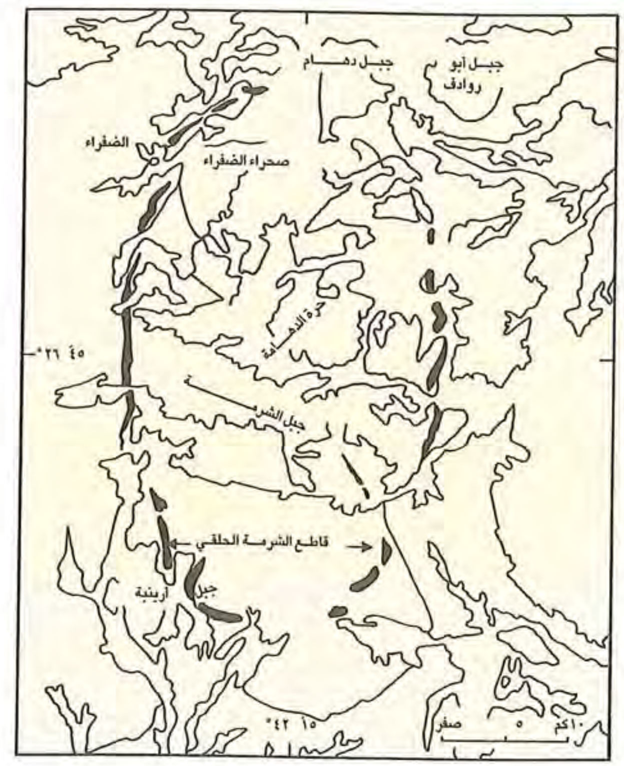
من القواطع ، توجد إما على هيئة مجموعات متوازية مثل أسراب القواطع في كل من شمال غرب اسكتلندا ، ومناطق صخور الأفيولايت في عمان ، وبالقرب من جيزان وفي منطقة الدوادمي بالمملكة ، أو على هيئة مجموعات شعاعية تتجمع حول نقطة مركزية معينة مثل أسراب القواطع الموجودة في جزيرة روم .

* **القواطع الحلقية** : وهي مجموعة قواطع تحيط بمنطقة مركزية على هيئة مستديرة أو بيضاوية الشكل ، مما يؤدي إلى تشكل نظام حلقي أو دائري من القواطع الرأسية أو المائلة قليلاً خارج مركز الدائرة . يتراوح سمك كل قاطع من قواطع المجموعة ما بين عدة أمتار إلى حوالي كيلو متر واحد ، ومن أمثلة القواطع الحلقية قاطع الشرمة الحلقي ، شكل(٣) ، وهو قاطع إهليلجي الشكل تصل أبعاده إلى ٨×١٣كم مكون من جرانيت غني بالفلسبارات القلوية ، ومعقد السلسلة الحلقي وهو تركيب حلقي مستدير ، يبلغ قطره حوالي ١٢ كم ، ومكون من الجرانيت ، ويقع كل من قاطع الشرمة ومعقد السلسلة في شمال شرق الدرع العربي في مربع جبل حباشي بالمملكة .

* **العروق** : وهي متداخلات صغيرة ورقيقة رأسية أو مائلة قليلاً ، تتكون نتيجة لدخول المحاليل المائية الحارة ـ تكون عادة غنية بالمعادن الاقتصادية مثل الكوارتز والبيريت ـ في شقوق وفوالق الصخور الحاوية لها . تأتي العروق على عدة أشكال مختلفة منها الصفيحية ، المنتفخة ، المتصلة ، السلمية ، وعلى هيئة غرف ، شكل(٤) ، وتوجد العروق في أماكن كثيرة من الدرع العربي بالمملكة مثل مناطق الرين والأمار وبالقرب من أبها وخميس مشيط والباحة .

## الأجسام العدسية

تتكون الأجسام العدسية على هيئة كتل نارية متداخلة عدسية الشكل ، ومتوافقة مع صخور المكان ، يقل سمكها الرأسي كثيراً عن قطرها ، وتشبه الجدات إلا أنها تختلف عنها في الشكل والحجم . وتصنف الأجسام العدسية إلى ثلاثة أنواع رئيسة من الكتل هي :ـ



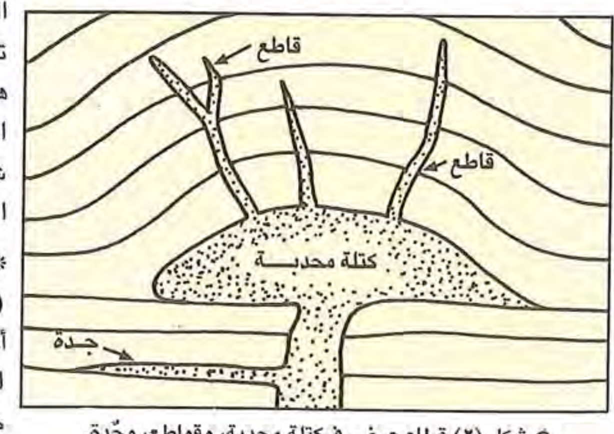
● شكل (٣) قاطع الشرمة الحلقي ـ الدرع العربي.

* **الكتل المحدبة (لاكوليث)** : وهي أجسام تشبه في شكلها الفطر أو عش الغراب ، وتوجد على أعماق ضحلة من سطح الأرض ، وتتداخل أفقياً مع صخور المكان . تتميز الكتل المحدبة ، شكل (٢) ، بأن سطحها السفلي أفقي ، بينما يظهر سطحها العلوي محدباً إلى أعلى مما يؤدي إلى تقوس طبقات القشرة الأرضية التي تعلوه .

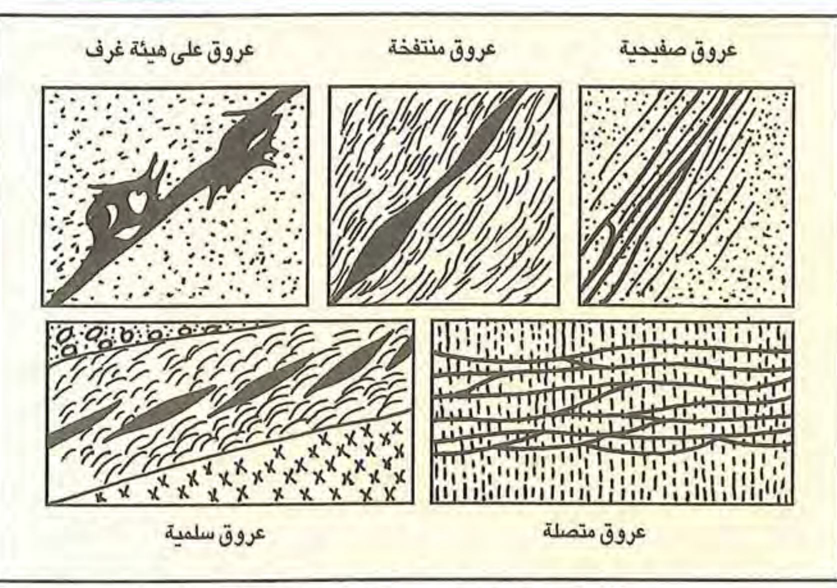
يتراوح قطر الكتل المحدبة بين كيلو متر واحد إلى ثمانية كيلومترات ، وقد يصل سمكها إلى أكثر من ١٠٠٠ متر . ومن أهم الكتل المحدبة تلك التي توجد في كل من جبال هنري بولاية يوتا ، وجبال الجيودث في مونتانا ، شكل (٥) ، بالولايات المتحدة الأمريكية.

* **الكتل المقعرة (لوبوليث)** : وهي أجسام نارية عدسية الشكل تتداخل أفقياً ضمن صخور المكان ، وتشبه الكتل المحدبة إلا أن سطحها السفلي مقعر إلى أسفل ، شكل (٦) ، بسبب الضغط الناتج عن الوزن الهائل للصهير . يتراوح قطر الكتل المقعرة ما بين عشرة كيلومترات إلى مئات الكيلومترات بينما يصل سمكها إلى آلاف المترات ، ومن أمثلة الكتل المقعرة معقد الديلوث في ولاية منيسوتا في الولايات المتحدة الأمريكية ، ومعقد البوشفلد الناري في جنوب أفريقيا ، ومتداخل سدبوري في أونتاريو بكندا ، وكل من متداخلة الجعلاني في منطقة الدوادمي ومتداخلة وادي العمارة قرب خميس مشيط بالمملكة .

* **الكتل الهلالية (فاكولايث)** : وهي كتل عدسية كبيرة الحجم تبلغ مساحتها عشرات الكيلومترات المربعة تتداخل ضمن الصخور المطوية في المناطق العميقة نسبياً . تتشكل الكتل الهلالية حسب نوع الانثناء الموجود في الصخور الحاوية لها بتوافق تام ، شكل (٧)، حيث إنها قد تكون محدبة السطحين إلى أعلى في حالة تكونها عند قمة إنثناء الطية المحدبة، أو مقعرة السطحين إلى أسفل إذا تكونت عند قاع الطية المقعرة ، وذلك بسبب أن الصهير المتداخل يملأ المناطق المفتوحة



● شكل (٢) قطاع عرضي في كتلة محدبة، وقواطع، وجُدة.




● شكل (٤) أنواع العروق المصاحبة للشقوق.

التي تتكون على كل من قمم الطيات المحدبة وقيعان الطيات المقعرة .

## ● الأجسام الكتلية

تعد الأجسام الكتلية أكبر أنواع المتداخلات النارية ، وأضخمها حجماً حيث يتراوح قطرها ما بين عشرة كيلومترات إلى مئات الكيلو مترات ، وقد تكون مستديرة أو منطادية أو غير منتظمة الشكل ، طولها أكبر بكثير من عرضها ، وهي مدفونة تحت الأرض ويظهر جزؤها العلوي فقط نتيجة للتعرية الشديدة .

تشكل الأجسام الكتلية الجوفية نوايا وجذور أنظمة الجبال الرئيسة في العالم حيث إنها تمتد على هيئة سلاسل جبلية عظيمة مكونة غالباً من صخور جوفية حامضية ، ومتوسطة مثل الجرانيت والجرانوديورايت والكوارتزمنزونايت .

تنقسم الأجسام الكتلية إلى نوعين من المتداخلات هما :ـ

※ **الأجسام الكتلية الصغيرة :** وهي أصغر أنواع الأجسام الكتلية الجوفية حيث لاتزيد مساحتها عن ١٠٠ كيلو متر مربع ، وقد يصل إجمالي قطرها إلى عشرة كيلو مترات ، وهي توجد إما غير منتظمة الشكل وتسمى جذع(Stock) ، أو مستديرة ومنتظمة وصغيرة وتسمى سنام (Boss) .

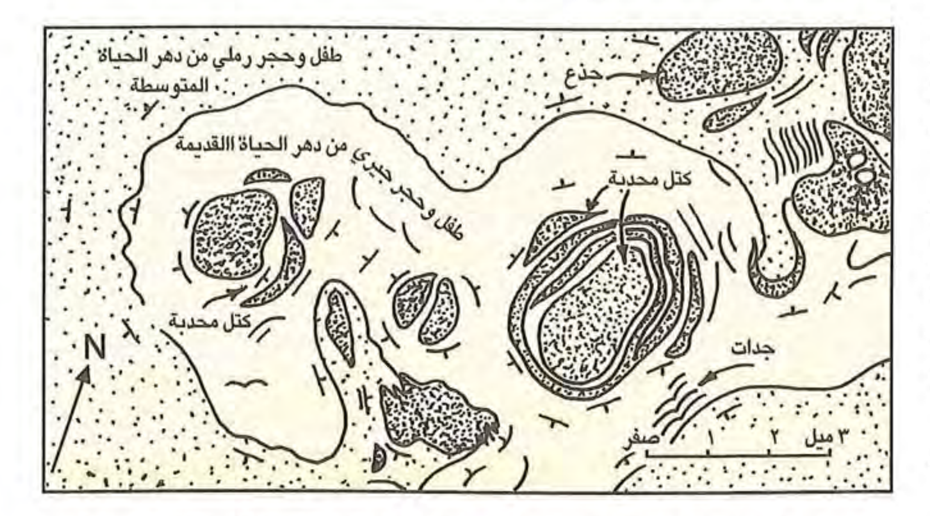
※ **الأجسام الكتلية الكبيرة ( باثوليث ) :** وهي أضخم أنواع المتداخلات النارية وأكثرها عمقاً ، وتمتد طولياً إلى أكثر من ألف كيلو مترا ، ويزيد عرضها عن مائة كيلو متر ، وتصل قاعدتها السفلية إلى عمق يفوق ذلك بكثير ، حيث تتسع حوافها السفلية العميقة إلى حد كبير وتأخذ شكل قبة عظيمة مثل متداخلة السيرانيفادا في ولاية كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية ، ومتداخلة الدوادمي في المملكة ، أو قد تكون على هيئة منطاد وتسمى حينئذ بالكتل المنطادية مثل كتلة جرانيت فلامانفيل المنطادية في فرنسا ، ( شكل ٨ ).

## ● المعقدات النارية القارية

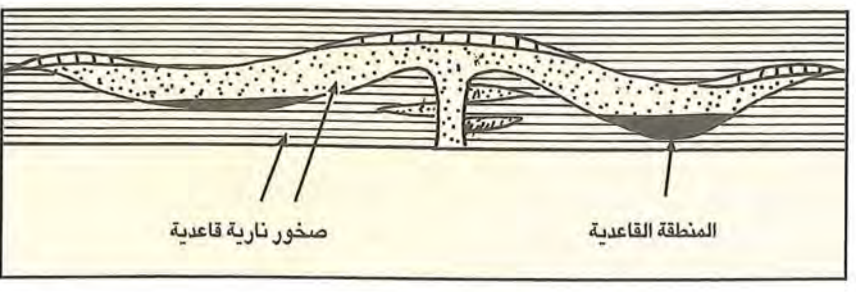
توجد المعقدات النارية القارية في بيئات جيولوجية مختلفة ، وهي متداخلات مركبة من أنواع عديدة من الصخور ، وتنقسم إلى نوعين رئيسين من المعقدات هما :ـ

※ **معقدات قارية :** وهي متداخلات تكونت بعد توقف الحركات البانية للجبال (OrogenicMovements) الرئيسة ضمن مناطق الدروع القارية والمناطق الأساس للتشققات القارية. تشتمل المعقدات القارية على أربعة أنواع رئيسة من المتداخلات هي:ـ

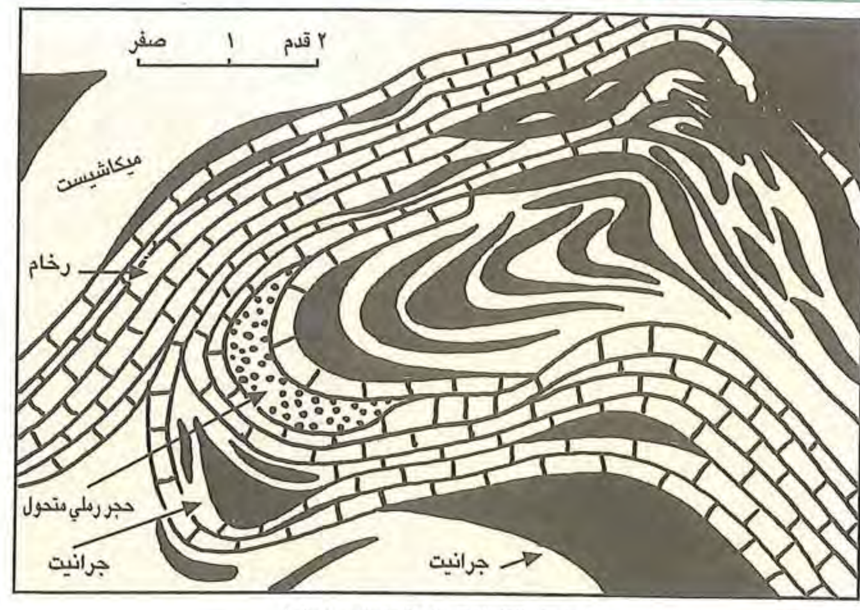
ـ **متداخلات الجابرو :** وهي متداخلات ضخمة من صخور الجابرو مع صخور قاعدية أخرى متبلورة على أعماق كبيرة من سطح الأرض ، ومن أكبر هذه المتداخلات




● شكل (٥) الكتل المحدبة والظواهر المرتبطة بها ـ جبال الجيودث، مونتانا، الولايات المتحدة الأمريكية.




● شكل (٦) أمثلة لأحد الكتل المقعرة (لوبوليت)، جنوب أفريقيا.




● شكل (٧) الكتل الهلالية الجرانيتية.

وأشهرها معقد البوشفلد في جنوب أفريقيا (يصل حجمه إلى مائة ألف كيلومتر مكعب، وغني بالكرومايت والبلاتين)، ومعقد ستللوتر في مونتانا بالولايات المتحدة الأمريكية( متداخل قاعدي وفوق قاعدي )، ومتداخل الماسكوكس في جنوب كندا ( غني بأحزمة الكرومايت)، ومتداخل السكارجاد في جرينلاند (معقد ناري غني بأحزمة الكرومايت)، ومتداخلا الجعلاني والعرجا (مكونان من صخور قاعدية وفوق قاعدية) في منطقة الدوادمي بالمملكة .

**ـ متداخلات صخور الأنورثوزايت**: ويقتصر وجودها على صخور ما قبل الكمبري، ومن أمثلتها جسم الأنورثوزايت التابع لجبال الأدبرونداك في ولاية نيويورك في الولايات المتحدة والذي يغطي مساحة قدرها ٢٠٠ كيلو متراً مربعاً .

**ـ متداخلات الكربوناتايت**: وهي متداخلات تتركب أساساً من صخور الكربونات، وتوجد على هيئة سدادات وقواطع وجدات وأجسام كتلية عميقة صغيرة، وأجسام ملتوية وأنابيب وصفائح وطفوح فيضية (Lava Flows)، ومن أمثلتها معقد جولينسكي في شمال سيبيريا الذي تقدر أبعاده بحوالي ٥٠×٣٠ كيلو متراً، وقاطع الكربوناتايت في جزيرة النو قرب سوندزفال في السويد، وقواطع الكربوناتايت الضخمة الموجودة في مقاطعات تنزانيا وأوغندة وكينيا ونياسالاند في شرقي أفريقيا .

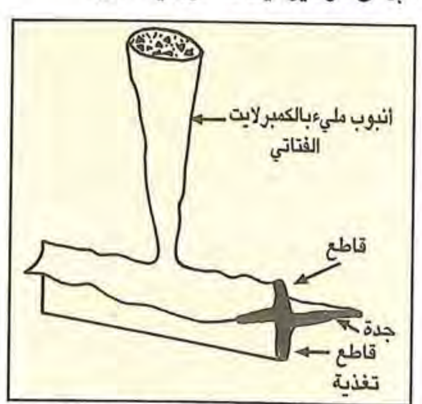
● شكل (٨)كتلة فلامانفيل المنطادية الجرانيتية.

**ـ الكمبرلايت**: وهي متداخلات توجد عادة ضمن الأرصفة القارية الثابتة (الخالية من الحركات البانية للجبال)، وترجع أهميتها إلى أنها تعد الصخر المضيف لعنصر الماس . يوجد الكمبرلايت الحامل للماس على هيئة أنابيب رأسية متداخلة ضمن صخور المكان، (شكل٩)، ومن أشهرها أنابيب الكمبرلايت الموجودة في منطقة كمبرلي جنوب أفريقيا، ومتداخلات الكمبرلايت في منطقة الأرجيل في استراليا .

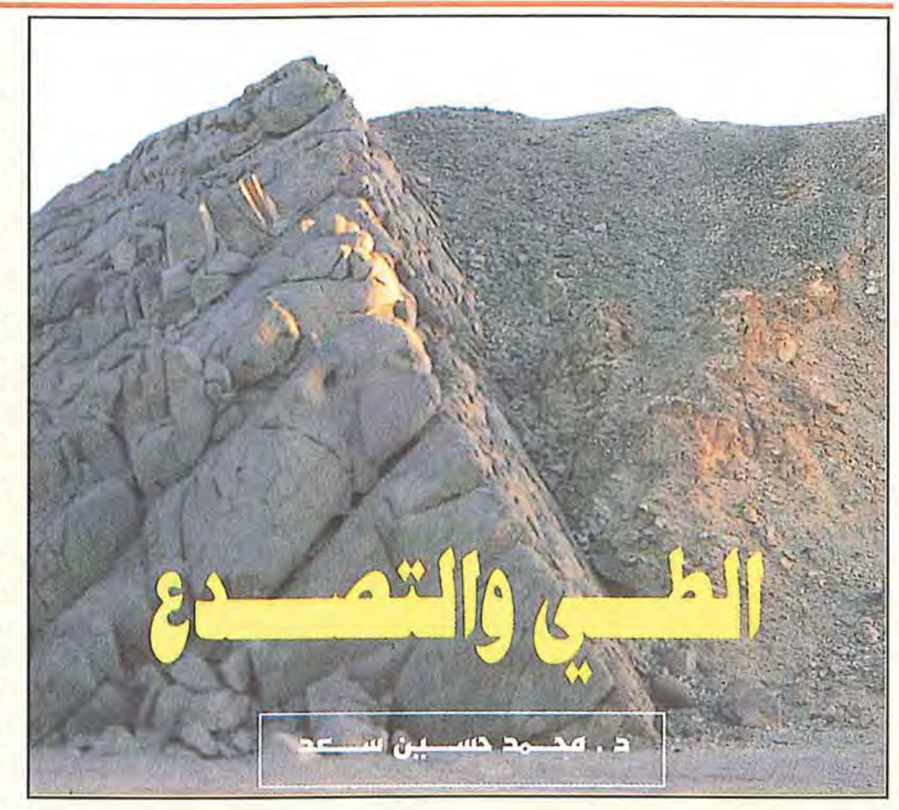
❋ **معقدات حواشي القارات**: وتوجد في مناطق حواف القارات النشطة تكتونياً أي عند مناطق أحزمة الحركات البانية للجبال، وأهمها نوعان هما :ـ

**ـ معقدات متداخلة**: وهي مكونة من صخور الجابرو ديورايت، والجرانوديوريت، والجرانيت، وتحتل جزءاً لايتجزأ من أحزمة الحركات الأرضية البانية للجبال عند حواشي القارات، ومن أمثلتها الأجسام الكتلية العميقة ( باثوليث ) الموجودة في صخور دهر الحياة المتوسطة (Mesozoic Era) لجنوب وأسفل ولاية كاليفورنيا والتي تمتد لأكثر من ١٥٠٠ كيلو متر، وتبلغ مساحتها ٣٢٠٠٠كم٢، وكتلة السيرا نيفادا في وسط شرق كاليفورنيا الناتجة خلال حركة نيفادا البانية للجبال .

**ـ معقدات الأوفيولايت**: وتتركب من صخور فوق قاعدية مثل الدونايت، و قاعدية مثل الجابرووالبازلت، وصخور متحولة مختلفة، وغالباً ما يغطيها طبقات من الرواسب البحرية العميقة يصاحبها لابة وسادية وأسراب من قواطع الديابيز والصخور المتحولة المنوعة والشيرت (Chert). ومن أمثلة صخور معقدات الأفيولايت أفيولايت ترودوس في جزيرة قبرص، وأفيولايت سمايل في عمان .




● شكل (٩) العلاقة بين أنبوب كمبرلايت والقواطع والجدات العميقة.




**تعد ظـاهرتا الطي والتصـــدع من الظواهـر الجيولوجيـة الأساس التي تلعب دوراً فاعـلاً ـــ بمشيئـة اللـــه ـ في تشكيـــل سطـــح القشـــرة الأرضيـــة لما يصـــاحبهما من حـدوث انثنـاء وارتفاع وانخفـاض وزحف طبقات الصخور ، وما يترتب على ذلك ـ على مر الأزمنة الجيولوجية ـ من اتساع قيعـان المحيطـات ، وتباعد القـارات ، وتكوين الأوديـة الفـالقية ، وظهـور سلاسل الجبال الضخمة ، وغيرها من العمليات التكتونية الأخرى .**

يرجـــع حـدوث الطـــي والتصـــدع إلى تعـــرض طبقـات الأرض لقـــوى كبـــس ( ضغـــط ) فتتشـــوه وتنثـــني الطبقـات الضعيـفة منها وتتكـسر الطبـقات الهشة ، وتحدث الطيـات بصفـة أسـاس في العمق ، بينما تتكـون الصـدوع غـالبـاً قـريبـاً من السطح وتمتـد لعشرات الآلاف من الكيلـو مترات طـولاً وعـرضـاً لتغطي سطح الكـرة الأرضيـة وقيعـان بحـارهـا ومحيطـاتها . ولفهم هـاتين الظـاهـرتين الجيـولـوجيتين سيتم تفصيل كل منهما كما يلي :

## الطـــي

الطي ( Folding ) هـو تشـوه يحدث في صخـــور القشـرة الأرضيـــة ـ في صـورة تقوسات وانثناءات ـ عنـد تعرضها لضغوط أكثـر من حدودهـا المرنة . ويستغـرق ذلك زمناً طويلاً قد يسـتمر ملاييـن السنين .

تـــوجـــد الطيـــات في جميـع أنـــواع الصخـــور ( رسوبية ، متحولـة ، نـارية ) إلا أنها أكثـر وضوحـــاً في الصخـــور الـرسوبيـة ، وبعض الصخـور المتحولـة ، حيث تفقد هـذه الصخـور وضعهـا الأصلي ( أفقيـة أو مـــائلـــة) وتمر بكـل المراحل الانتقـاليـة ابتـداء من التقـوس الخفيف إلى الانثناءات العريضة .

يختلف عرض الطيات مـن مكان لآخر ، حيث يتراوح بين بضعـــة سنتيميترات إلى بضعـة كيلـو مترات ، وأحيـانـاً إلى عشرات الكيلـو مترات ، أمـا طـولها فيصل عـادة إلى عدة أضعاف عرضها .

### ● آليات الطي

يختلف الطي باختـلاف نوع الآلية التي تحدثه . وهـذه الآلية عبارة عن قـوى دافعة وقـوى مقاومـة لها . ومن أهم هذه الآليـات مايلي :

* **الكبس الأفقي ( Horizontal Compression ) :** وهـو عبـارة عن قوة ممـاسـة لسطح الأرض تعمل في جانب واحد من الطبقات ، ويقابلها في الجانب الآخـر مقاومة ، مثـل كتلة ثابتـة من دروع الصخور النـارية (Igneous Shield Rocks) . شكـل (١ـأ) تعمـل علـى تقـوس أو ثنـي الطبقات ، وتعـد هذه الطـريقة أسـاس تكون الطيات في الأحزمة الجبلية ( Orogenic Belts ) .

* **تيـارات الحمل ( Convection Currents ) :** وتؤدي حـركتها في الجزء العلـوي من طبقة الوشـاح الأرضي ـ نطاق من الصخـور شبه المنصهـرة ذات كثـافـة ولزوجـة عـاليـة ، يتراوح عمقـــه بين ١٠٠ إلى ٣٥٠كـم من سطـــح الأرض ـ إلـى تكـــوين الطيـــات في الأحزمـة الجبلية . ويرجـــع ذلك بصـفة أســاس إلى تأثـير الفعـــل السـحبـــي ( Dragging Action ) القـوي لهـذه التيارات ـــ عنـد ارتفـاعهـا إلى أعلى ودورانها أفقيـاً وهبوطها مرة أخـرى إلى باطن الأرض ـ على السطح السفلي للقشرة الأرضيـة مما يـؤدي إلى كبس أحواض متقابلات الميـل الأرضية ( Geosynclinal Troughs ) وتقـــوس أو اعوجـــاج الصخـور المفتتـــة إلى الخـــارج ( Buckled out ) وطيـها ودفعـها ( Thrusting ) ، شكل (١ـب) .

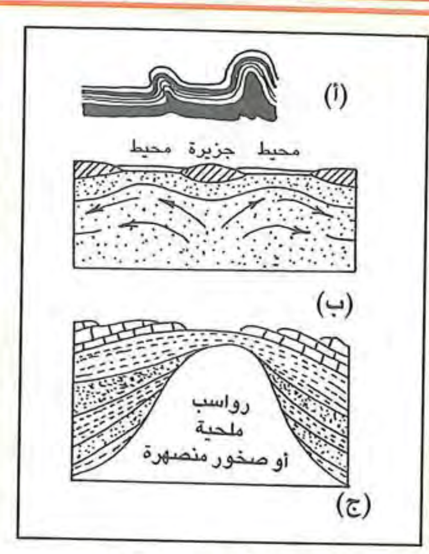
* **تداخـــل الصهـــير و الملـــح (Intrusion of Magma and Salt Deposits) :** تؤدي القـوى الناتجة عن تـداخل أو اندفـاع المواد الأرضية المصـهـورة (Magma) ، أو الرواسب الملحيـــة إلى طـي طبقـــات الصخـــور والرواسـب المحيطة بهـا على شكـــل قبة ( Dome ) ، شكل (١ ـ ج ) .

### ● أجزاء الطية

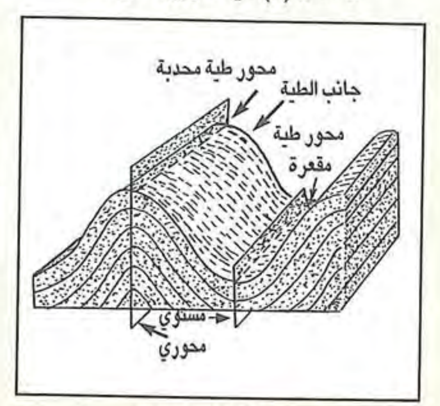
للطيـة عـدد من الأجـزاء متمثلـة في مـا يسمى بـالمستوى المحـوري للطية ومحور الطية وجانب الطيـة، ولتفصيل هذه الأجزاء نذكر التالي :

* **المستـــوى المحـــوري ( Axial Plane ) :** مستـوى يقسم الطيـة إلى قسمين متماثلين تقريبـاً ، وقد يكون هذا المستـوى رأسياً أو مائلاً أو أفقيا .

* **محور الطيـة ( Fold Axis ) :** خط تقـاطع المستـوى المحـــوري مع كل المستـويـات الطبقيـة ( Bedding Planes ) الموجـودة في




● شكل (١) آلية تكوين الطيات .




● شكل (٢) أجزاء الطية .

الطبقات المطوية ، ويمر هذا الخط عادة بقمة ( Crest ) الطية المحدبة ، وبقاع (Trough) الطية المقعرة . ويأتي محور الطية إما رأسياً أو مائلاً أو أفقياً .

※ **جانب الطية ( Fold Limb ) :** ويمتد من مستواها المحوري إلى المستوى المحوري للطية المجاورة لها ، أي إنه يمثل أحد جانبي طية محدبة أو طية مقعرة ملاصقة لها ، ويمثل الشكل (٢) الأجزاء المختلفة للطية .

## ● أنواع الطيات

يمكن تصنيف الطيات إلى عدة أنواع مختلفة طبقاً لعدة عوامل منها شكل الطية ( وضع جانبي الطية ) ، ووضع المستوى المحوري لها ( اتجاه خط مضربه ( Strike) وميله (Dip) ) ، ووجود الطية في الطبيعة وذلك كما يلي : -

※ **شكل الطية :** للطيات العديد من الأشكال ولذلك يمكن أن تقسم تبعاً لذلك إلى التالي : -

- **طية محدبة ( Anticline ) :** وتتميز بتقوس أو انثناء الطبقات المكونة لها إلى أعلى، شكل (٣-أ) ، ويميل جانباها في اتجاهين مخالفين بعيدين أحدهما عن الآخر ، وتظهر أقدم الطبقات ( Oldest Formations ) في الجزء الأوسط من الطية على جانبي المستوى المحوري لها ، ومحاطة بالطبقات الأحدث على الجانبين .

- **طية مقعرة ( Syncline ) :** تتشكل على عكس الطية المحدبة حيث تتقوس الطبقات المكونة لها إلى أسفل، ( شكل ٣ - ب ) ، ويميل جانب إحداهما في اتجاه الأخرى ، وتوجد أحدث الطبقات ( Youngest Formations ) في الجزء الأوسط من الطية على جانبي مستواها المحوري .

- **طية وحيدة الميل ( Monocline ) :** تميل فيها الطبقات في اتجاه واحد فقط أي إنها ذات جانب واحد ، شكل (٣-ج) ، وتمثل هذه الطية - عادة - جزءاً من تركيب كبير ذي طيات أفقية أو مائلة بزاوية أصغر من زاوية ميل هذه الطية .

- **القبة (Dome) :** تركيب تميل فيه الطبقات من جميع الاتجاهات بعيداً عن نقطة متوسطة تسمى مركز القبة (Dome Center) ، وتظهر الطبقات المكونة لقبة - تآكل جزؤها العلوي - في المسقط الرأسي ، شكل (٣-د) على هيئة دوائر تكون أقدمها في الداخل ومحاطة من كل الجوانب بالطبقات الأحدث عمراً .

- الحوض ( Basin ) : وهو طية تميل فيها الطبقات إلى الداخل في جميع الاتجاهات نحو نقطة متوسطة تسمى مركز الحوض ، وتظهر الطبقات في المسقط الرأسي للحوض، شكل (٣-هـ) ، في شكل دوائر حديثة العمر في الداخل ومحاطة من الخارج بالطبقات الأقدم منها .

※ **وضع المستوى المحوري :** تقسم الطيات تبعاً لوضع المستوى المحوري لها إلى عدة أنواع أهمها مايلي :

- **طيات متماثلة وغير متماثلة (Symmetrical and Asymmetrical Folds) :** تعرف الطية المتماثلة بأنها الطية التي يكون فيها المستوى المحوري رأسيا ، شكل(٣-و) ، ويتساوى ميل الطبقات على جانبيها . أما إذا كان المستوى المحوري مائلاً ، شكل (٣-ز) ، وميل الطبقات على الجانبين غير متساو فتعرف الطية عندئذ بأنها غير متماثلة .

- **طية مقلوبة ( Overturned Fold ) :** تنشأ نتيجة لاستمرار الضغط على الطبقات المطوية حتى يصبح المستوى المحوري في وضع أفقي أو قريب منه ، شكل (٣-ح)، ويميل جانبا الطية في الاتجاه نفسه ولكن بدرجات ميل مختلفة ، وتصبح الطبقات المكونة لأحد الجانبين - التي يزيد الميل فيها أكثر من ٩٠° - مقلوبة أو معكوسة ، أي إن السطح السفلي لكل منها يتجه لأعلى .

- **طية مضطجعة ( Recumbent Fold ) :** وتسمى أيضاً بالطية الراقدة ، وهي تمثل أقصى حالات الانقلاب في الطيات ، شكل (٣-ط) ، ويميل فيها الجانبان في المستوى نفسه ، ويأخذ المستوى المحوري وضعاً أفقياً حتى إن جانبي الطية يكونان متوازيين تقريباً ، وأحدهما فوق الآخر ، ويقل سمك الطيات في الساق المعكوسة مقارنة بمثيلتها في الجانب الآخر ، وتمتلئ الأجزاء الوسطى لكثير من الطيات المضطجعة بصخور متبلورة ( Crystalline Rocks) ، بينما تتكون الطبقات الخارجية من صخور رسوبية .

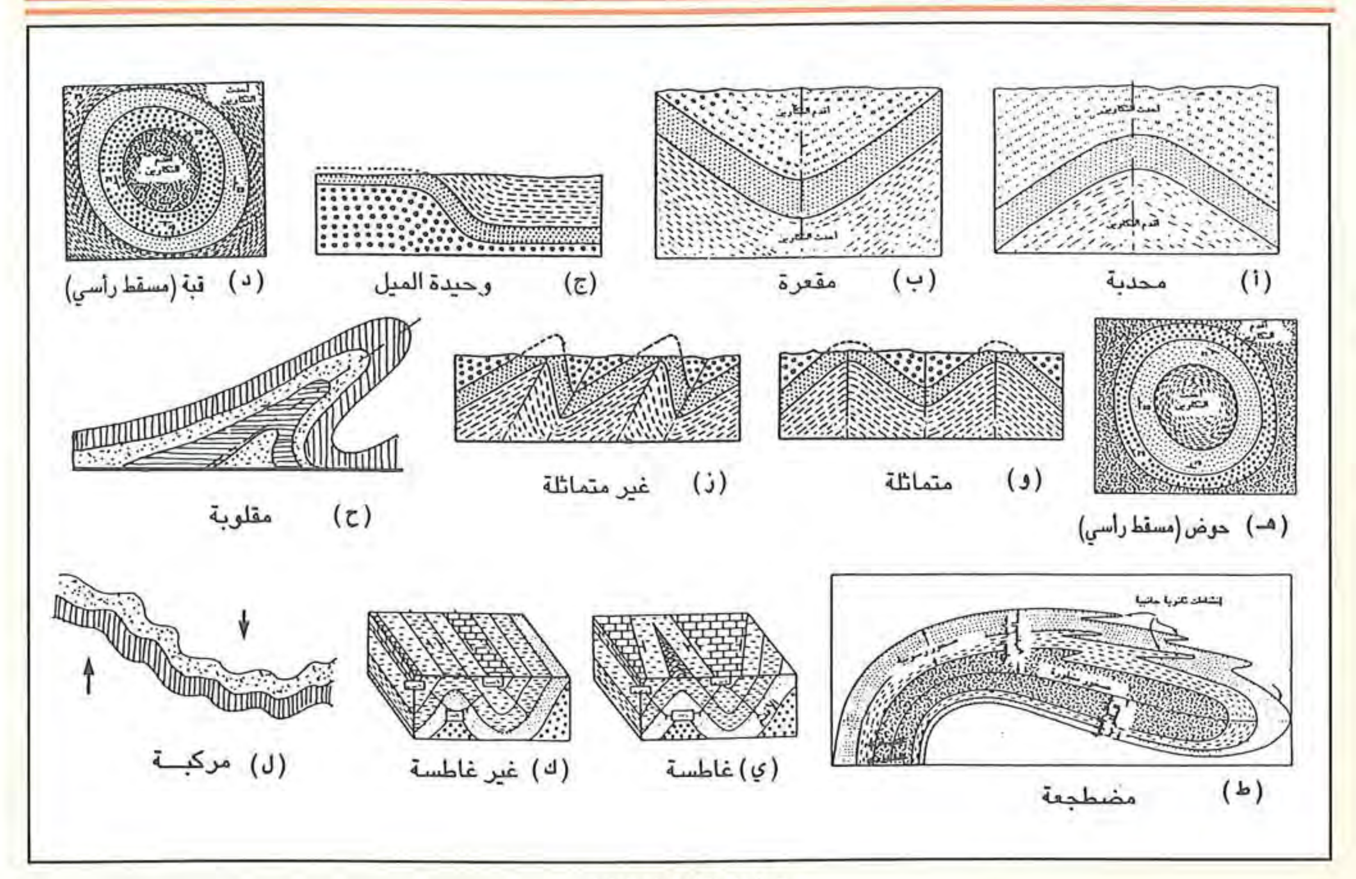
- **طية غاطسة ( Plunging Fold ) :** وهي الطية التي يكون محورها مائلاً عن المستوى الأفقي من ناحية واحدة أو ناحيتين ، ويشكل معه زاوية غطس ( Angle of Plunge ) أكبر من صفر وأقل من ٩٠° شكل (٣-ى) .

- **طية غير غاطسة ( Non Plunging Fold ) :** وتشمل الطيات المحدبة والمقعرة بأنواعها المختلفة ذات المحور الأفقي (Horizontal Axis)، شكل (٣-ك) ، وتظهر فيها منكشفات ( Outcrops ) الطبقات - بعد إزالة الأجزاء المرتفعة بوساطة عوامل التعرية المختلفة - على جانبي المحور متوازية أو شبه متوازية.

## ● الطيات في الطبيعة

تلعب الطيات دوراً فاعلاً في تكوين تضاريس القشرة الأرضية وتقسم من حيث وجودها في الطبيعة إلى نوعين هما :

※ **طيات بسيطة ( Simple Folds ) :** وتمثل كل أنواع الطيات التي سبق الحديث عنها ، وتتكون من ثنية واحدة سواء أكانت محدبة أو مقعرة ، إلا أن هذه التراكيب لا توجد في الطبيعة بمفردها أو منفصلة بعضها عن بعض بحدود إلا نادراً جداً . ومن أمثلة الطيات البسيطة قبة الحسنة (Hasaana Dome) في منطقة أبو رواش غرب القاهرة ، وتحدب




● شكل (٣) أنواع الطيات .

سواند رزفوت في مقاطعة بمبروكشاير بانجلترا ، وهو تحدب صغير لا يتعدى عرضه عشرة أمتار ، ويقل ارتفاعه عن ذلك قليلاً .

* **طيات مركبة ( Composite Folds ) :** وتتكون من عدة ثنيات من نوع واحد أو من عدة أنواع مختلفة ، شكل (٣ ـ ل) ، وهناك نوعان من الطيات المركبة فهي إما طية محدبة مركبة ( Anticlinorium ) إذا كان الاتجاه أو التركيب العام لها من النوع المحدب ، وإما طية مقعرة مركبة ( Synclinorium ) إذا كان الاتجاه أو التركيب العام لها من النوع المقعر .

تحتل الطيات المركبة مساحات كبيرة وتمتد إقليمياً حتى إنها تشتمل على أقطار برمتها ، وتصل أبعادها إلى مئات الكيلو مترات، وتسمى الطيات العليا والسفلي من الطيات المركبة بالتحدبات أو التقعرات الإقليمية (Regional Anticlines and Synclines) ، وتمثل التقعرات الإقليمية ـ في الماضي ـ أحواضاً عظيمة تراكمت فيها الرسوبيات لملايين السنين ثم أتت عليها الحركات الأرضية فرفعتها فوق سطح البحر في هيئة سلاسل جبلية كبيرة مثل جبال الأبلاش والألب والهيمالايا .. وغيرها . ومن أمثلة التحدبات الإقليمية قبو سنسناتي ( Cincinati Arch )بولاية أوهايو بالولايات المتحدة الأمريكية ، وفيه تميل الطبقات ميلاً خفيفاً بعيداً عن خط محور متوسط يبلغ طوله حوالي ٤٠٠كم .

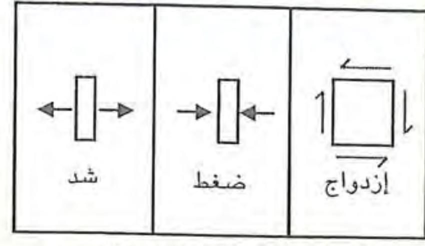
## التصدع

يعرف التصدع ( Faulting ) بأنه تشويه يحدث لصخور القشرة الأرضية المتماسكة أو الهشة ـ في صورة كسور ( Faults ) حركية ـ عند تعرضها لقوى شد ( Tension ) أو كبس( Compression ) أو ازدواج ( Coupling ) ، شكل (٤) ، تعمل على سطح الأرض أو في باطنها . ويصاحب التصدع عادة انزلاق أو حركة للصخور على جانب واحد على الأقل بحيث تزاح الصخور في ذلك الجانب ـ إما إلى أعلى أو إلى أسفل أو إلى الجنب أو في أي اتجاه آخر ـ بالنسبة لنظيرتها في الجانب الآخر .

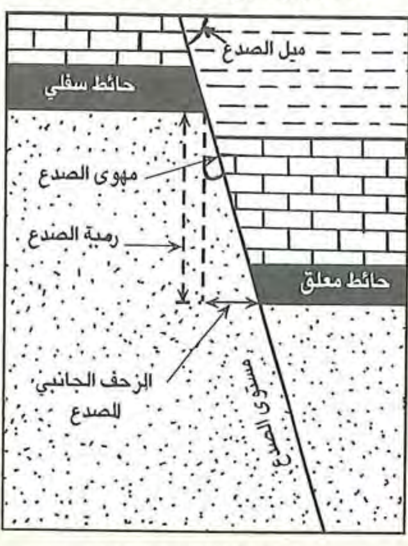
يتراوح مقدار الإزاحة أو الحركة عند تكون الصدوع من بضعة سنتيمترات إلى آلاف الأمتار ، وتحدث الحركة المصاحبة للتصدع إما فجأة وعلى فترات متلاحقة مثل الحركة المسببة لحدوث الزلازل ، وإما بعد أزمان طويلة .

## ● آلية التصدع

تتلخص آلية تصدع الصخور ـ على افتراض أن الصخور صلبة ومتجانسة الصفات الميكانيكية وأنها تعرضت لقوى كبس ـ في التأثيرات التشوهية التى تظهر عليها قبل حدوث الكسر الرئيس وتحرك جانبي الصخر . فعند تعرض الصخور لقوى الكبس فإنها تستجيب للإجهادات الواقعة عليها بطريقة السلوك المرن ( Elastic Behaviour ) ، ومع زيادة الكبس فإنها تفقد خاصية المرونة وتدخل مرحلة التشوه والانفعال الدائم نتيجة لتكوُّن وتقدم مجموعة من الكسور الصغيرة ، وهكذا يزداد حجم الكسور وأعدادها مع زيادة الكبس خاصة في نطاق أو مستوى الصخر الأكثر تشوهاً مع محاولة تحريك جزء من الصخر عن جزئه الآخر ، ومع استمرار الكبس ينكسر الصخر ويتحرك جداراه ـ على طول سطح




● شكل (٤) أنواع القوى المؤدية للتصدع .




● شكل (٥) أجزاء الصدع .

الصخر ـ بطريقة الزحف ( Slide ) دون ابتعاد بعضهما عن بعض .

## ● أجزاء الصدع

للصدع عدة أجزاء ، شكل (٥) ، يمكن توضيح أهمها على النحو التالي :

※ **مستوى الصدع ( Fault Plane )** : يسمى أيضاً سطح الصدع ، وهو السطح الذي يحدث عنده انفصال وانزلاق الطبقات ، ويفصل بين كتلتي الصخور على جانبي الصدع ، ويكون المستوى إما رأسياً أو مائلاً

※ **الحائط المعلق ( Hanging Wall )** : كتلة الصخور الملاصقة للسطح العلوي للصدوع المائلة .

※ **الحائط السفلي ( Foot Wall )** : كتلة الصخور الملاصقة للسطح السفلي للصدوع المائلة .

يوجد الحائطان المعلق والسفلي فقط في الصدوع المائلة أو الأفقية حيث إنهما يقعان على جانبي الصدع الذي يفصل بينهما ، أما الصدوع الرأسية فليس لها حائط معلق أو سفلي لأن مستوى الصدع في هذه الحالة رأسي.

※ **رمية الصدع ( Throw of Fault )** : المسافة الرأسية ـ الناتجة من حركة الصدع ـ في منسوب الصخور المناظرة على جانبي الصدع.

※ **ميل الصدع ( Dip of Fault )** : الزاوية المحصورة بين مستوى الصدع والمستوى الأفقي .

※ **مضرب الصدع ( Strike of Fault )** : اتجاه الخط الناتج من تقاطع مستوى ( سطح ) الصدع مع المستوى الأفقي ، وهو اتجاه أي خط أفقي على مستوى الصدع .

※ **مهوى الصدع ( Hade of Fault )** : مقدار الزاوية التي يصنعها مستوى الصدع مع المستوى الرأسي ، وهي تتمم زاوية ميل الصدع ( مجموعهما ٩٠° ) .

※ **خط الفالق ( Fault Line )** : الخط الناتج عن تقاطع مستوى الصدع مع سطح الأرض ، ويسمى أحياناً بأثر الصدع ( Fault Trace ) ، أو منكشف الصدع ( Fault Outcrop ) .

## ● أنواع الصدوع

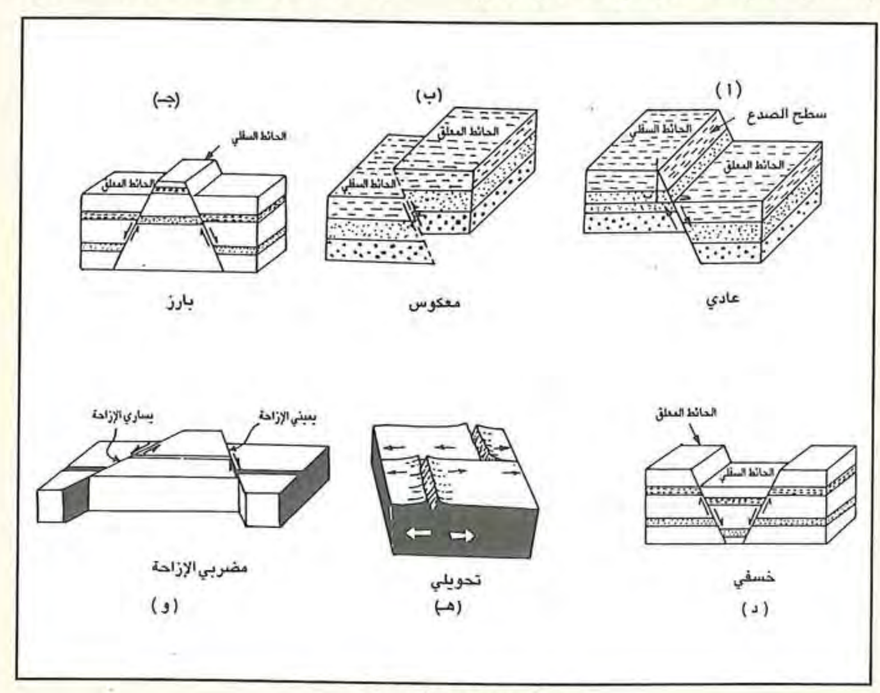
يمكن تصنيف الصدوع إلى عدة أنواع ، شكل (٦) ، وذلك إما على أسس هندسية (Geometricall) مثل انحراف الازاحة الصافية ( Net Slip ) ، ووضع الصدع بالنسبة للطبقات المجاورة له ، وترتيب الصدوع ، ومقدار ميل الصدع ، والحركة الظاهرية على الصدع ، وإما على أسس تكوينية ( Genetically ) مثل الحركة النسبية والحركة المطلقة للصدع . ومن أهم أنواع الصدوع مايلي : ـ

※ **صدوع عادية ( Normal Faults )** : تتكون نتيجة لقوى الشد ، وأحياناً من قوى الضغط والازدواج ، ويتحرك فيها الحائط المعلق ظاهرياً إلى أسفل بالنسبة للحائط السفلي له ، شكل ( ٦ـأ ) ، ويكون سطح الصدع مائلاً بزاوية كبيرة ( ٦٠° ) عن المستوى الأفقي .

يؤدي حدوث الصدع العادي إلى ازدياد طول المسافة الأفقية التى تغطيها الطبقات التي يقطعها هذا الصدع ، ويرجع ذلك بصفة أساس إلى انزلاق الحائط المعلق للصدع إلى أسفل بالنسبة للحائط السفلي له.

※ **صدوع معكوسة ( Reverse Faults )** : تنتج عن تأثير قوى الضغط الجانبي، شكل ( ٦ ــ ب ) ، وتسمى أحياناً صدوع الضغط ( Compression Faults ) ، ويتحرك فيها الحائط المعلق ظاهرياً بالنسبة للحائط السفلي ، ويكون ميل الصدع أكبر من ٤٥°، أما إذا كان الميل أصغر من ذلك فيسمى بصدع الدفع ( Thrust Fault ) .

ومما يجدر ذكره أن تكوّن الصدوع




● شكل (٦) أمثلة لأنواع الصدوع .

المعكوسة يؤدي إلى قصر المسافة الأفقية التي كانت تغطيها الطبقات القاطعة لها .

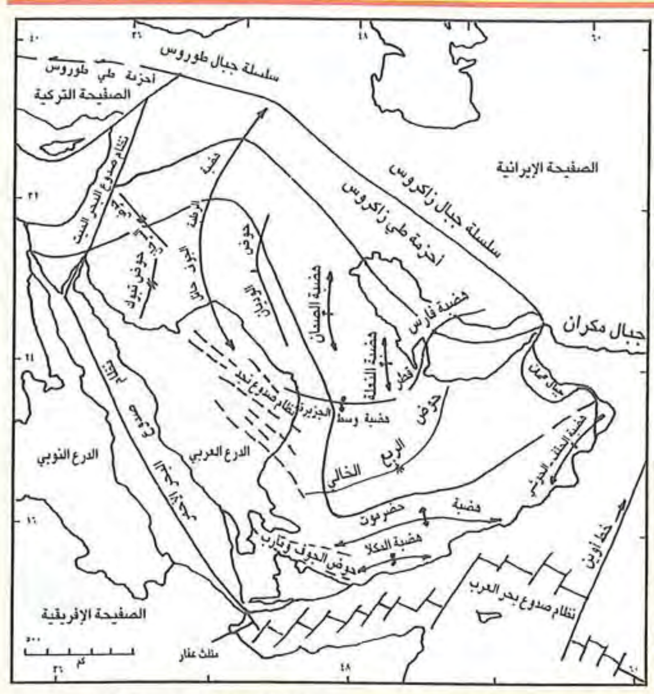
* صدوع بارزة ( Horst Faults ) : مجموعة صدوع يرمي جزء منها في اتجاه ، ويرمي الجزء الآخر في اتجاه مضاد ، شكل ( ٦ـ ج ) فتتكون بذلك كتل بارزة وعالية (Horst) من الطبقات على جانبيها كتل على مستويات أقل ، وينتج عن تأثير هذه الصدوع تكوين تراكيب جيولوجية مناسبة جداً لتراكم النفط ، ومن الأمثلة على ذلك معظم حقول النفط المنتشرة على جانبي خليج السويس بجمهورية مصر العربية .

* صدوع خسفية ( Graben Faults ) : مجموعة صدوع يرمي بعضها في اتجاه ويرمي البعض الآخر في الاتجاه نفسه فينشأ عن ذلك خفض الكتل الوسطى من الطبقات إلى أسفل مقارنة بالكتل الجانبية ، شكل ( ٦ـ د ) . ومن أشهر الصدوع الخسفية في العالم مجموعة صدوع الأخدود العظيم (Great Rift Valley) الذي أدى إلى تكوين بحيرات شرق إفريقيا والبحر الأحمر والبحر الميت .

* صدوع تحويلية ( Transform Faults ) : تسمى أيضا بالصدوع النقلية ، وهي صدوع يكون مضربها في اتجاه متعامد أو مائل على مضرب الطبقات التي تقطعها ، وتوجد الصدوع التحويلية ـ عادة ـ بين جزئين من حيد منتصف المحيط ( Midocean Ridge ) ، شكل ( ٦ـ هـ ) ، أو بين حيد وأخدود (Trench) أو بين أخدودين محيطين .

* صدوع مضربية الإزاحة (Strike Slip Faults) : تسمى أيضاً بالصدوع الملوية ( Wrench Fault ) أو الجانبية ( Lateral ) أو الانهدامية (Rift) ويكون فيها مضرب الصدع موازيا لمضرب الطبقات أو عمودياً على اتجاه الميل فيها . وتتميز هذه الصدوع بأن سطحها ـ عادة ـ رأسي أو قريب من الرأسي ( يميل بزاوية أكبر من ٨٠° عن الأفقي ) وتتحرك كتلتا الصدع ـ إحداهما إلى الأخرى ـ في اتجاه خط امتداد سطح الصدع ، وقد تتحرك إحدى الكتلتين إلى اليمين أو اليسار .

ويمكن تقسيم الصدوع مضربية الإزاحة ـ طبقاً للحركة النسبية لكتلتي الصدع ـ إلى نوعين ، شكل (٦ـ و) ، هما : صدوع مضربية يمينية الإزاحة ( Right Handed Strike Slip Faults ) ، وصدوع مضربية يسارية الإزاحة (Left Handedstrike Slip Faults). ويمكن معرفة ذلك بالنظر بمحاذاة مضرب الصدع فإذا تحركت الكتلة التي على يمين الشخص قريبا منه ، وتحركت الكتلة التي على يساره بعيداً عنه كان الصدع المضربي يميني الإزاحة ، أما إذا تحركت الكتلة الموجودة على يمين الشخص بعيدا عنه وتحركت الكتلة التي على يساره إلى ناحيته كان الصدع المضربي يساري الإزاحة . ومن أهم الأمثلة على الصدوع المضربية كل من صدع سان أندرياس ( San Andreas Fault ) في كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية الذي يزيد طوله عن ٦٠٠ ميل، أما مقدار إزاحته الجانبية الكلية فلا يزال تقديرها محل خلاف بين العلماء حتى الآن ، وكذلك صدع غور الأردن ووادي عربة الذي يمتد إلى البحر الأحمر جنوباً ، ويصل إلى حدود تركيا شمالاً ماراً بسهل البقاع في لبنان ثم سوريا ، وتقدر الحركة الجانبية عليه ـ حسب آخر المعلومات ـ بحوالي ٧٥كم .




● شكل (٧) أنظمة الصدوع حول الجزيرة العربية وداخلها .

يوضح الشكل (٧) ، أنظمة الصدوع حول الصفيحة العربية كأحد أمثلة مجموعة الصدوع المضربية يسارية الإزاحة مثل صدع البحر الميت ، وصدوع خليج عدن ، ومجموعة الصدوع المضربية يمينية الإزاحة مثل صدوع زاكروس المعكوسة وصدوع البحر العربي . كما يوضح الشكل أنظمة الصدوع والطيات المحدبة والمقعرة وأحواض الترسيب في شبه الجزيرة العربية.

## التعرف على الصدوع

يمكن التعرف على أماكن الصدوع على سطح الأرض من خلال مشاهدة آثارها عقب حدوثها ، فهي تسبب إما ارتفاعاً أو انخفاضاً أو تحركاً في بعض الأجزاء من سطح القشرة الأرضية بعضها بالنسبة لبعض ، إلا أنه مع مرور الزمن تعمل عوامل التعرية على حت ( Erosion ) التضاريس البارزة مما يؤدي إلى زوال أثر الصدع ظاهرياً ، إلا أن هناك بعض المشاهدات التي يمكن من خلالها التعرف على حدوث تصدع في منطقة ما على سطح الأرض ، من أهمها مايلي :

١ ـ صقل جوانب ( Slickenside ) الصخور التي حدث عليها التصدع من تأثير الاحتكاك الحادث بين الصخور المكونة لجانبي الصدع عندما تهبط أو ترتفع أو تتحرك يميناً أو يساراً إحداهما بالنسبة للأخرى ، وكثيراً ما يصاحب هذا الصقل تخدش منتظم للسطح المصقول نتيجة للاحتكاك تحت ضغط مرتفع ، ويمكن تعيين اتجاه مرمى الصدع في حالة ما إذا كانت هذه الخدوش على درجة عالية من الوضوح .

٢ ـ تكُون أنواع خاصة من الصخور مثل البريشيا والكونجلوميرات في منطقة الصدع، وهي عبارة عن صخور تهشمت وانسحقت نتيجة لحركة جانبي الصدع أحدهما ضد الآخر ، ثم تماسكت بما ترسب بين جزئياتها من مواد لاحمة ، وتسمى هذه الصخور بكونجلوميرات أوبريشيا الصدع ( Fault Conglomerates and Fault Breccia ) .

٣ ـ ظهور بعض الطبقات أو التراكيب الجيولوجية في منطقة ما ثم اختفاؤها فجأة على امتداداتها . وقد لوحظت هذه الظاهرة في إنجلترا أثناء عملية استخراج الفحم عندما وصلت بعض طبقات الفحم إلى نهاية مفاجئة .

٤ ـ التغير المفاجيء في السحن ( Facies ) الرسوبية ، أي وجود طبقة رسوبية في مواجهة طبقة أخرى تختلف عنها في التركيب والخواص الكيميائية والفيزيائية مثلما يحدث في المصائد النفطية في وجود صخر منفذ ( Permeable Rock ) في مواجهة صخر غير منفذ .

٥ ـ تكرار أو اختفاء بعض الطبقات الرسوبية في تتابع طبقي ( Stratigraphic Sequence )

٦ ـ التغير المفاجيء في ميل الطبقات .

وبالإضافة إلى ما سبق توجد بعض الدراسات والقياسات والتفسيرات التي يمكن من خلالها معرفة الصدوع تحت السطحية مثل القياسات المغناطيسية والتثاقلية ، والزلزالية ، وتسجيلات الآبار ( Well Logging ) ، وحفر آبار استكشافية بالمنطقة ، ثم تفسير هذه البيانات وربطها بالبيانات الجيولوجية السطحية ومعلومات الاستشعار عن بعد وذلك لمعرفة أهم الصدوع التي تقطع كلا من الطبقات الرسوبية وصخور القاعدة المعقدة ( Basement Complex ) بالمنطقة .

## اقتصاديات الطي والتصدع

تعد معرفة ودراسة أماكن الطيات والصدوع ذات أهمية اقتصادية كبيرة في عدة مجالات منها البحث عن النفط والمعادن، والمياه الجوفية ، وفي التعدين واستخراج الخامات ، وفي الكثير من العمليات الهندسية والإنشائية ، ومن أمثلة هذه المجالات مايلي :

### ● النفط

تعد المصائد التركيبية ( Structural Traps ) التي تكونت بفعل عناصر الطي أو التصدع من أنواع المصائد الرئيسة التي تعمل على اصطياد وحفظ النفط والغاز الطبيعي بها . وتقسم المصائد التركيبية إلى ثلاثة أنواع هي : ـ

* **مصائد طي :** وتشتمل على مصائد التراكيب الجيولوجية المحدبة مثل القبة والطية المحدبة المتماثلة وغير المتماثلة ، وتعد الطية المحدبة المستطيلة أكثر الطيات ملاءمة لتجمع النفط ، حيث إن جوانبها المنحدرة تساعد على تراكم النفط عند قمتها تحت الغطاء الصخري ، وتختلف الطيات في الحجم فمنها الصغير ذو الجوانب المنحدرة انحداراً شديداً ، ومنها الكبير ذو الجوانب بسيطة الانحدار .

تعد مصائد الطي المصدر الأساس للنفط في منطقة الشرق الأوسط ، وخاصة في حوض الترسيب العربي الكبير ، ومن أمثلتها طيات النعلة ، أبقيق ، القطيف ، خريص ، والحرملية بالملكة العربية السعودية ، وطية دخان في قطر ، وطيات برجان ومجوي والأحمدي بالكويت . وتعد طية النعلة المحدبة العملاقة ـ بالملكة ـ التي يمتد طولها حوالي ٢٤٠ كم ومتوسط عرضها حوالي ٢٥ كم من أهم الطيات لاحتوائها على حقل الغوار الذي يمثل أكبر حقول النفط في العالم .

* **مصائد صدعية :** وهي مصائد تكونت بفعل الصدوع ( عادية أو معكوسة ) سواء بطريقة مباشرة عندما تؤدي الحركة على جانبي الصدع إلى رفع أو خفض طبقة مسامية يتجمع فيها النفط أمام طبقة غير مسامية أخرى مما يؤدي إلى توقف هجرة النفط والاصطياد ، أو بطريقة غير مباشرة من خلال مشاركة الصدوع مع ظواهر تركيبية أخرى مثل الطي أو الميل أو تغير النفاذية لعمل مصيدة .

* **مصائد القباب الملحية :** وهي مصائد مركبة ( تركيبية وطبقية ) ، ويصنفها البعض على أنها مصائد تركيبية ، ناتجة عن اقتحام وتوغل الكتل الملحية في الرواسب التى تعلوها فتؤدي إلى حدوث طيات أو قبب وفوالق وكسور ، وتنتشر هذه المصائد في ساحل خليج المكسيك ، وشمال ألمانيا ، وإقليم إمبا ( Emba ) بالاتحاد السوفيتي السابق ، ويوضح شكل (٨) قطاعا في حقل به قبة ملحية في شاطيء خليج المكسيك مبيناً عدد البرك النفطية ( Oil Pools ) المتكونة بها ، ويلاحظ تجمع النفط في الطبقات المطوية في صورة قبة فوق




● شكل (٨) قطاع في قبة ملحية على شاطيء خليج المكسيك .

عامود الملح ، وفي الصخور التي طويت إلى أعلى .

### ● الثروة المعدنية

تتركز الرواسب الاقتصادية الهامة الفلزية واللافلزية ـ عادة ـ في تراكيب جيولوجية معينة ، فمثلاً تعد الكسور بأنواعها وخاصة الصدوع من أنسب التراكيب التي تترسب فيها الخامات المعدنية في هيئة عروق ( Viens ) ، كما تستخدم بعض الصدوع الأخرى كقنوات تصل عن طريقها المحاليل الحاملة للخامات إلى أماكن ترسبها . هذا وقد تترسب بعض الخامات المعدنية بالقرب من قمم التحدبات حيث تتكون فراغات في الأجزاء القريبة من القمم نتيجة للطي الشديد الذي يحدث في هذه الأجزاء .

### ● الأعمال الهندسية

تعد دراسة وتحديد أماكن الطيات والصدوع من أهم عوامل اختيار أنسب الأماكن التي يقام عليها الكثير من المنشآت الهندسية ، وذلك للعمل على حفظها وسلامتها وعدم تعرضها للتصدع والانهيار أو تسرب المياه السطحية أو الجوفية إليها . ومن أمثلة هذه المنشآت المدن السكنية الجديدة ، والمنشآت الاستراتيجية كمحطات الكهرباء والمياه والمحطات النووية ، وخطوط السكك الحديدية ، والمطارات ، والأنفاق ، والخنادق، والطرق الجبلية ، وفي أعمال المحاجر والمناجم ، وإقامة السدود ، وقنوات ومواسير المياه أو الصرف الصحي ، ومد الكابلات البحرية .... وهكذا .

# الانجراف القاري واتساع قاع المحيط

د. عبد العاطي أحمد الصادق

**كان الاعتقاد السائد في أوائل هذا القرن أن الأرض تكونت ساخنة ثم بدأت تفقد حرارتها مما أدى إلى انكماشها وتكوين قشرتها الخارجية الصلبة ، ثم أرسيت فيها الجبال ، التي تم تمثيلها بالتجاعيد المتكونة في الفاكهة بعد جفافها . وقد أدى تراكم المعلومات الخاصة بالأرض فيما بعد إلى تغيير جذري في المفهوم المشار إليه وإقتراح نموذج جديد يتحدث عن الأرض مثل الكواكب الأخرى بأنها كوكب دائم الحركة ، ولذلك فقد كان سطحه وشكله مختلفاً تماماً عن ما كان عليه قبل بليون سنة .**

يتكون السطح الحالي للأرض من وحدات قارية (٢٩,٢٪ من سطح الأرض) ووحدات محيطية (٧٠,٨٪ من سطح الأرض) .

تقسم الوحدات القارية إلى الدروع (Shields) التي تتميز بمنكشفات صخرية يعود تاريخها إلى ما قبل الكمبري ، والأرصفة (Platforms) التي هي عبارة عن صخور دروع مغطاة بغطاء رسوبي حديث، وأحزمة الجبال. أما الوحدات المحيطية فتنقسم إلى الجروف القارية (Continental Margins) التي تمثل مناطق الانتقال من القارة إلى المحيط ، وقيعان المحيط (Ocean Basins) ، وأعراف وسط المحيط (Mid Oceanic Ridges) وهي عبارة عن أضخم سلسلة جبلية على الأرض وتكوِّن حزام حول الكرة الأرضية ويصل ارتفاعها في بعض الأماكن إلى ثلاث كيلو مترات بينما يصل طولها إلى آلاف الكيلو مترات .

ومن المعتقد أن الحركة الدائمة والدائبة للأرض أدت إلى تحرك كتل القارات وانفتاح محيطات جديدة واندساس أجزاء من كتل الأرض القديمة في الخنادق المحيطية وارتطام واصطدام بعض الكتل بعضها ببعض مكونة سلاسل الجبال .

أدى قبول نموذج الأرض دائبة الحركة إلى بروز نظريات الانجراف القاري ، وإتساع قاع المحيط ، وتكتونية الصفائح ، وهي نظريات - وثيقة الصلة بعضها ببعض - عملت على تغيير جذري في التفكير العلمي وصف بالثورة العلمية ، سيتناول هذا المقال نظريتى الانجراف القاري وإتساع قاع المحيطات .

## نظرية الانجراف القاري

بدأت نظرية الانجراف القاري كفكرة سبقت زمانها ، وذلك عندما نشر العالم الألماني **الفرد فيجنر** ( Wegener ) في عام ١٩١٥م شرحاً مفصلاً لمحاضرة كان ألقاها في عام ١٩١٢م . وفي هذه المحاضرة أشار فيجنر إلى وجود قارة عملاقة قبل حوالي ٢٠٠ مليون سنة أطلق عليها اسم **بانجيا** ( Pangea ) يحيط بها محيط عظيم أطلق عليه اسم **بانثالاسا** ( Panthalassa ).

وحسب الأفكار التي أوضحها **فيجنر** في محاضرته وباستقراء حركة الصفائح فقد وضع الباحثان **دايتس وهولدن** ( Dietz and Holden ) عام ١٩٧٠م تفاصيل جغرافية الأرض عبر العصور المختلفة التي بدأت بتفكك القارة العملاقة إلى قارتين ضخمتين هما :

١ - قارة شمالية سميت لاروسيا ( Laurasia ) وتضم من قارات الوقت الحاضر أمريكا الشمالية ، وأوراسيا ( أوربا وآسيا ) ، ماعدا الهند وجرينلاند .

٢ - قارة جنوبية أطلق عليها قوندوانالاند ( Gondowanaland ) وتضم من قارات الوقت الحاضر أمريكا الجنوبية ، أفريقيا ، استراليا ، الهند والقارة المتجمدة الجنوبية .

يفصل بين هاتين القارتين بحر كبير يسمى التثيس ( Tethys ) ، شكل (١-أ) ، ويعتقد أن البحر الأبيض المتوسط من بقايا هذا البحر العظيم . يمثل الشكل (١-ب) جغرافية العالم في أواخر العصر الجوراسي قبل حوالي ١٣٥ مليون سنة أي بعد حوالي ٦٥ مليون سنة من بداية انجراف القارات . ويعتقد أن قارة القوندوانالاند بدأت تتفكك حيث انفصلت أفريقيا وأمريكا الجنوبية ككتلة واحدة وبدأ بعدها المحيط الأطلسي في التكوين ، كما بدأت الهند رحلة الزحف الطويلة نحو الشمال . يوضح الشكل (١-ج) جغرافية العالم في العصر الطباشيري قبل حوالي ٦٥ مليون سنة حيث يلاحظ أن المحيط الأطلسي تكون بالكامل وانفصلت استراليا من القارة المتجمدة الجنوبية .

يوضح الشكل (١-د) الوضع الجغرافي الحالي للقارات ، أما الشكل (١-هـ) فيوضح الوضع الجغرافي الذي يتوقعه الجيولوجيون - بمشيئة الله - للقارات بعد ٥٠ مليون سنة .

بنيَّ التسلسل المشار إليه في الأشكال من (١-أ) إلى (١-هـ) على كثير من الافتراضات من أهمها أن القارات ستظل تتحرك بسرعتها الحالية . ولذلك فإن من أهم التغيرات في الوضع الجغرافي للأرض بعد حوالي ٥٠ مليون سنة باذن الله تعالى يتمثل فيما يلي : -

١ - ازدياد المحيط الأطلسي اتساعاً مع ضيق في المحيط الهادي مما يؤدي إلى اقتراب قارة استراليا من قارة آسيا وربما الاصطدام بها.

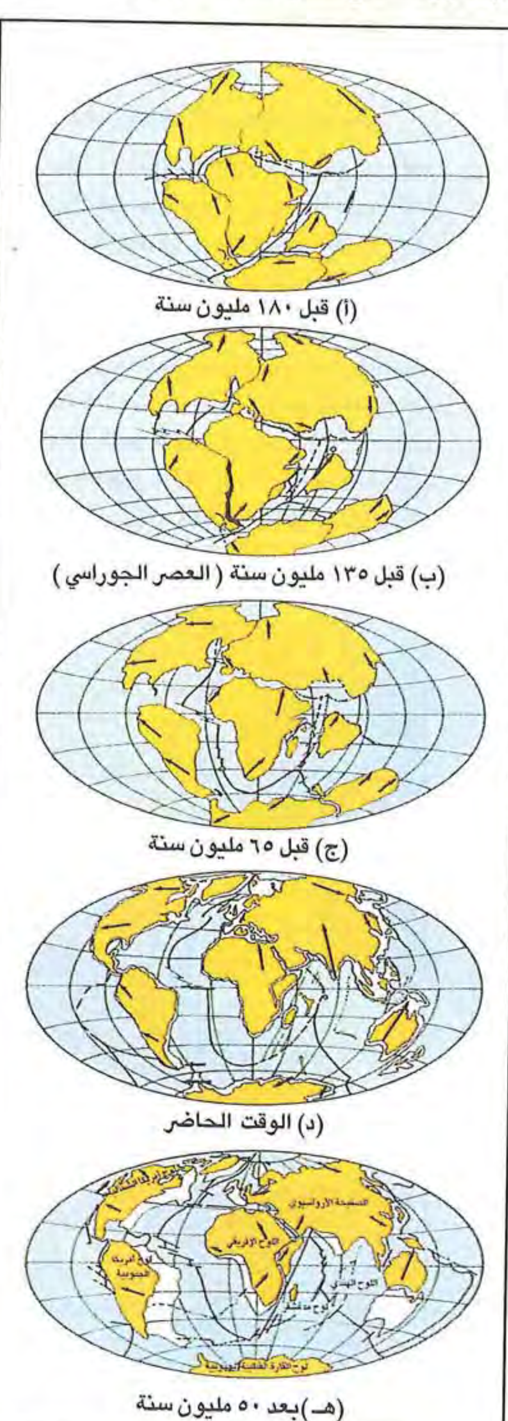
٢ - انغلاق الخليج العربي مما يؤدي إلى التحام الجزيرة العربية مع قارة آسيا .

٣ - صغر مساحة البحر الأبيض المتوسط .

٤ ـ انفصال شرق أفريقيا عن أفريقيا الأم نتيجة لتطور الأخدود الأفريقي العظيم إلى بحر كبير .

٥ ـ انفصال أمريكا الشمالية عن أمريكا الجنوبية .

٦ ـ تغيير هام في جنوب ولاية كاليفورنيا على طول صدع سان أندرياس حيث سينزلق جنوب كاليفورنيا إلى الشمال مما يؤدي إلى مرور مدينة لوس أنجلوس بمدينة سان فرانسسكو .


(أ) قبل ١٨٠ مليون سنة

(ب) قبل ١٣٥ مليون سنة ( العصر الجوراسي )

(ج) قبل ٦٥ مليون سنة

(د) الوقت الحاضر

(هـ) بعد ٥٠ مليون سنة

● شكل (١) جغرافية الأرض خلال العصور الماضية والحاضرة والمستقبلة.

## الأدلة على الانجراف القاري

قام **فيجنر** وأتباعه اللاحقون فيما بعد بجمع الكثير من الأدلة التي تساند نظريته ، ومن هذه الأدلة مايلي :

### ● التوافق الشكلي لحواف القارات

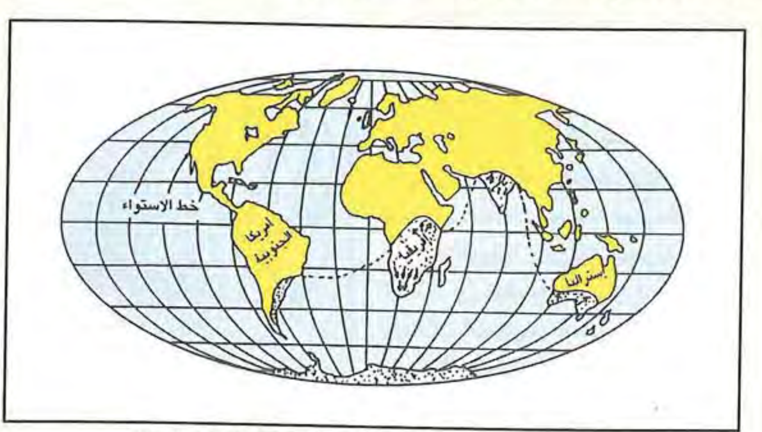
لفت نظر **فيجنر** الشبه الشكلي الواضح بين حواف القارات على جانبي المحيط الأطلسي خاصة قارتي أمريكا الجنوبية وأفريقيا . وقد شجع هذا التوافق **فيجنر** بافتراض أن هذه القارات كانت متصلة بعضهما ببعض لذا حاول إعادة تشكيلها بعد قفل المحيط الأطلسي. وقد لقيت هذه المحاولة معارضة شديدة إذ أثار المعارضون أن حواف هذه القارات قد تغيرت كثيراً بفعل عوامل التعرية ، إلا أن العالم **بولارد** ( Bullard ) قام في أوائل الستينات بوضع القارات بعضها مع بعض باستعمال الحاسب الآلي ، كما هو موضح في الشكل (٢) ، فوجد أن هنالك مطابقة بين حواف القارات عند عمق ٩١٥ متراً . ويلاحظ من الشكل أن القارات تراكبت في بعض أجزائها


● شكل (٢) إعادة تجميع القارات بالحاسب الآلي.

بفعل الظواهر الطبيعية الحديثة التي تكونت بعد انفصال القارات مثل تكوين نهر النيجر في غرب أفريقيا ، كما يلاحظ كذلك وجود بعض الفرجات بين القارات التي عزيت لعوامل التعرية .

### ● المناخية القديمة

في ظل قانون جيولوجي ينص على أن « الحاضر مفتاح الماضي » يمكن استخدام بعض أنواع الصخور الرسوبية كمؤشر لمعرفة المناخ الذي كان سائداً أثناء ترسيبها، فمثلاً تترسب طبقات الرمل الأحمر في المناطق الدافئة والقاحلة ، أما في المناطق الباردة فإن نوع الرواسب المتكونة فيها هي خليط من الجلاميد ، والرمل ، والغرين والطين المعروفة باسم الحريث ( Tillites ) نتيجة لانجراف الثالج في المناطق المتجمدة .



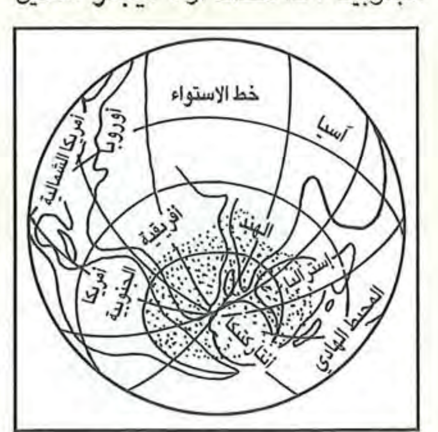
● شكل (٣ـأ) توزيع الحريث في القارات عند الوضع الحالي.

وعليه وفي ظل القانون الجيولوجي المذكور أعلاه ـ فإن وجود طبقات من الرمل الأحمر بعمر الترياسي ( ١٨٠ مليون سنة ) في انجلترا يدل على أن انجلترا كانت في العصر الترياسي في مناطق تتمتع بمناخ دافىء وقاحل، أى أنها كانت في موقع قريب من خط الاستواء ثم زحفت إلى مكانها الحالي .

على الجانب الآخر يفسر وجود الحريث في الجزء الجنوبي لكل من قارة أفريقيا ، أمريكا الجنوبية ، الهند ، استراليا ، الشكل (٣ـ أ ) أنها كانت في السابق تحت تأثير المناخ البارد والمتجمد ثم زحفت حتى وصلت إلى موقعها الحالي الذي يقع معظمه الآن بين خط ٣٠ درجة وخط الاستواء لتتميز بمناخ قاري أوشبه قاري ، وبما أن عمر رسوبيات الحريث في هذه المناطق هي البرمي ـ الكربوني فقد فسرت هذه الظاهرة الاعتقاد بأن كل هذه القارات كانت مجتمعة في قارة عظيمة واحدة ( قارة قوندوانالاند ) في فترة البرمي ـ الكربوني ، وتحت تأثير مناخ قطبي بالقرب من القطب الجنوبي كما موضح في الشكل (٣ـ ب) ، ثم زحفت إلى أوضاعها الحالية .

## الشاهد الأحفوري

أشارت الدراسات الأحفورية إلى وجود تشابه في المكونات الأحفورية بين أمريكا الجنوبية وأفريقيا خاصة في أنماط حياة حقب الحياة المتوسطة مما يدل على التحام أمريكا الجنوبية وأفريقيا في الماضي ، غير أن المعارضين لهذه الفكرة أتوا بوجهة نظر تقول إن هذا التشابه نشأ من وجود جسر أرضي يربط بين قارتي أفريقيا وأمريكا الجنوبية ، لذا عندما أراد **فيجنر** التدليل




شكل (٣ـ ب) توزيع الحريث في القارات بعد تجمعها في قارة قوندوانالاند.




شكل (٤) توزيع احفور حيوان الميزوسوراس.

بهذا الشاهد لتأكيد نظريته لجأ إلى الاستعانة بالكائنات التي لم يكن في مقدورها الانتقال عبر المحيطات الحالية ، وذلك بالاستعانة بنباتات الجلوسبتريس ( *Glossopteris* ) ـ نوع من أنواع السراخس المنتشرة في القارات الجنوبية ( أفريقيا ، أمريكا الجنوبية ، أسيا ) أثناء حقب الحياة المتوسطة ـ الذي اكتشفت حفرياته فيما بعد في القارة المتجمدة الجنوبية. أما في جانب الحيوان فقد وجدت بقايا لنوع من الزواحف السابحة من جنس الميزوسوراس ( *Mesosaurus* ) في كل من شرقي أمريكا الجنوبية وغرب أفريقيا ، شكل (٤) . ورغم أن لهذه الزواحف القدرة على السباحة في المياه الضحلة في أماكن وجودها ، إلا أنه يصعب عليها الانتقال لمسافات طويلة عبر المحيط الأطلسي ، مما يؤكد على أن أمريكا الجنوبية وأفريقيا كانتا قارة واحدة .

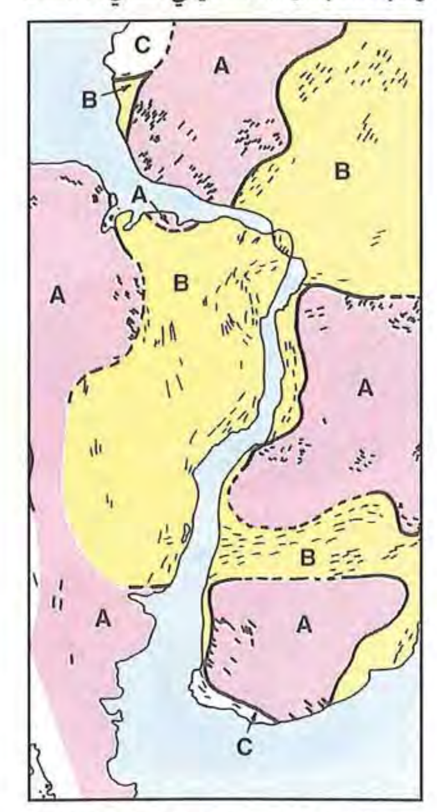
## شاهد التكامل الجيولوجي والبنائي

يقدم هذا الشاهد الدليل على التناسق والاستمرارية لبعض الصخور والبنيات في القارات المتقابلة ، فإذا كانت هذه القارات مجتمعة في وقت مضى فلابد أن تتشابه صخورها نوعاً وعمراً . ويوضح الشكل (٥) بعض المناطق التي تم تحديد عمر صخورها في كل من أمريكا الجنوبية وأفريقيا ، ومن الشكل المذكور فإن المناطق التي رمز لها بالحرف A هي أقدم عمراً من تلك التي رمز لها بالحرف B، وبإعادة تجميع أفريقيا وأمريكا الجنوبية حسب عمر الصخور تتضح الاستمرارية في العمر . وبما أن الخطوط القصيرة في الشكل توضح اتجاهات الطيات في الصخور المتحولة نجد أن هنالك توافقاً في البنيات في كل من شمال شرق البرازيل وغرب أفريقيا .

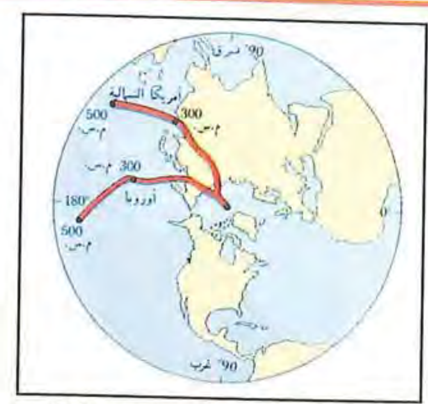
## شاهد المغناطيسية القديمة

تعد المغناطيسية القديمة من أهم الشواهد التي دعمت نظرية الانجراف القاري ، كما أنها ساعدت في انبعاث هذه النظريات في الخمسينيات بعد أن صرف عنها النظر.

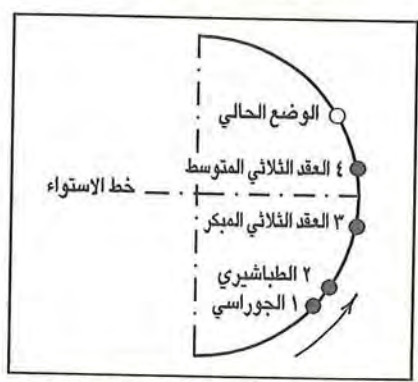
وكما هو معلوم في علم الفيزياء فإن وضع أي مادة في مجال مغناطيسي يجعلها تتمغنط تحت تأثير نوعين من التمغنط هما تمغنط حتى يزول بزوال المجال المغناطيسي، وتمغنط دائم أو قديم يبقى حتى بعد زوال المجال المغناطيسي . وتحتفظ المواد التي تتمغنط تمغنطاً دائماً بشدة واتجاه المجال المغناطيسي الذي تمغنطت




شكل (٥) إعادة تركيب أفريقيا وأمريكا الجنوبية حسب عمر الصخور.



● شكل (٦) مساري التجوال الظاهري القطبي لأمريكا الشمالية وأوربا.



● شكل (٧) الوضع الحالي لشبه القارة الهندية في بعض الأزمنة الجيولوجية المختلفة.

فيه، وتعرف هذه المواد بالمواد الحديد ومغناطيسية ( Ferro magnetic ) ، لذا نجد أن الصخور التي تتمغنط تمغنطاً دائماً تحتوى على بعض المعادن مثل الماجنتيت ، كما أنها تحتفظ بشدة واتجاه المجال المغناطيسي الذي كان سائداً أثناء تكوينها . وتكتسب الصخور تمغنطها بعدة طرق منها مثلاً أن الصخور النارية تكتسب تمغنطها عندما يبرد الصهير تحت درجة حرارة معينة تعرف بنقطة كوري ( Curie Point ) .

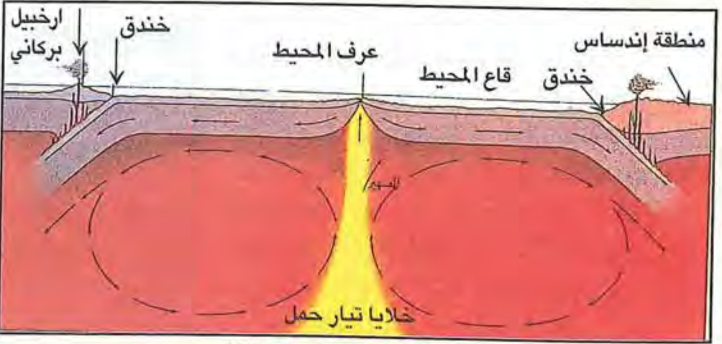
تلعب المغناطيسية القديمة دوراً مهماً في دعم نظرية الانجراف القاري ، وذلك لأنها تساعد في معرفة خطوط العرض القديمة التي كانت فيها الصخور خلال الأزمنة الجيولوجية المختلفة وذلك باستعمال العلاقة $\tan I = 2\tan \lambda$ وهي علاقة تربط بين زاوية الميل (I) - اتجاه الحقل المغناطيسي وخط العرض القديم ( $\lambda$ ).

تمثل طريقة المسار الظاهري لتجوال الأقطاب ( Apparent Polar Wandering Path ) إحدى الطرق التي تستخدم في عرض ومعرفة نتائج المغناطيسية القديمة ، ويتم ذلك برسم الموضع التتابعي للأقطاب خلال الأزمنة الجيولوجية المتعاقبة فوق شبكة خطوط الطول والعرض الحالية لمعرفة المسار الظاهري لتجوال القطب . ويوضح الشكل (٦) مساري التجوال لكل من أمريكا الشمالية وأوربا الذي يوضح أن لكل قارة مسارا خاصا بها ، وفي ذلك تأكيد لاقتراح العالم المشهور **رونكون** ( Runcorn ) في أوائل الخمسينات الذي يفترض وجود مسار مختلف لكل قارة لتأكيد حركة القارات، وإلا سيكون لكل قارة قطبها الخاص ، زد على ذلك فقد لاحظ رونكون التشابه بين مساري أمريكا الشمالية وأوربا ، كما لاحظ أن الفرق بينهما في مختلف الحقب الجيولوجية ثابت ويساوي حوالي ٣٠ درجة خط طول ، ولذا فإن تحريك ( تدوير ) مسار أمريكا الشمالية بحوالي ٣٠ درجة خط طول سيؤدي إلى انغلاق المحيط الأطلسي ، وفي هذا دعم وتأييد لنظرية الانجراف القاري .

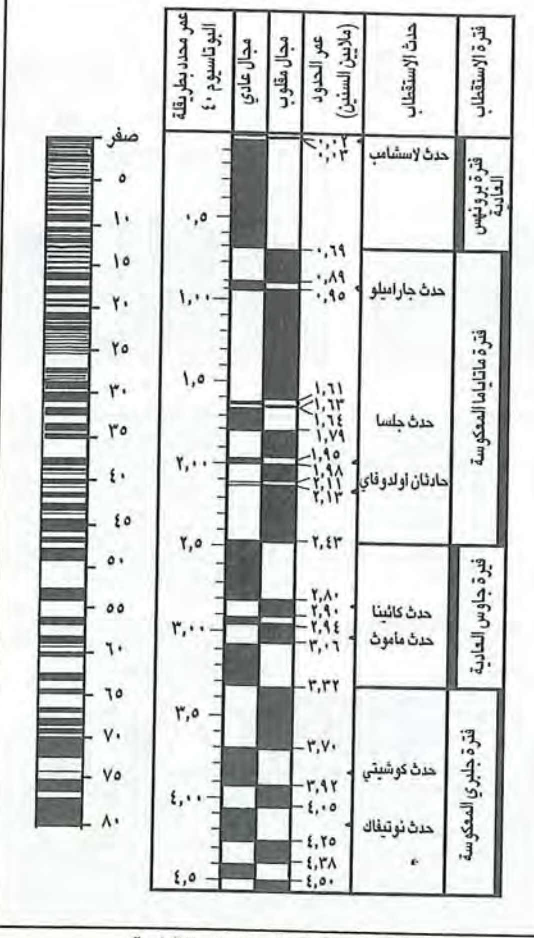
وهناك مثال آخر لدور المغناطيسية القديمة في دعم نظرية الانجراف القاري ، وذلك باستخدام القانون الذي يربط بين اتجاه المغناطيسية القديمة وخط العرض القديم الذي كانت فيه الصخور . وقد أشارت نتائج فحص وقياس المغناطيسية لعينات بازلتية — تتراوح أعمارها بين الجوراسي والعقد الثلاثي في أنحاء متفرقة من الهند ، شكل (٧)، إلى أن الهند كانت في موقع بالقرب من القطب الجنوبي ثم زحفت شمالاً لمسافة حوالي ٧٠٠٠كم بمعدل بضع سنتميرات في السنة لتستقر في موقعها الحالي في قارة آسيا .

## سلبيات نظرية فيجنر

بالرغم من أن نظرية انجراف القارات بنيت على أساس صحيح وسليم إلا أنها حوت كثيرا من التفاصيل الخاطئة ،



● شكل (٨) نموذج هس (Hess).



● شكل (٩) السلم الزمني للقطبية.

فبالإضافة إلى عدم قدرته على تقديم القوى المقنعة ( اقترح **فيجنر** ظاهرة المد والجذر كقوة محركة للقارات ) فإنه من غير المعقول أن تنشطر القارات خلال القشرة المحيطية فقط . إذاً فالأمر يحتاج إلى جمع أدلة أكثر لسبر غور باطن كوكبنا المتغير .

## نظرية اتساع قاع المحيط

أدت الاكتشافات الجديدة ، التى أعقبت الحرب العالمية الثانية إلى معرفة الكثير عن قاع المحيطات ، مما حدا بالعالم **هاري هس** ( H . Hess ) ـ في أوائل الستينيات من هذا القرن ـ إلى تقديم فرضية اتساع قاع المحيط . وقد اختار الشعر الجيولوجي (Geopoetry) عنواناً لمقالته ، لأنه كان يعتقد أنها تفتقر إلى المعلومات التى تعززها .

وطبقاً لفرضية هس فإن هناك خلية تيارات حمل كبيرة ، شكل (٨) ، تعمل داخل الوشاح مسببة تصاعد مواد صهيرية منه إلى سطح قاع المحيط على طول منطقة تسمى بأعراف المحيط( Mid Oceanic Ridges ) مكونة بذلك قشرة محيطية جديدة من مادة تسمى السيربنتين (Serpentinite) ، وفي الوقت نفسه تؤدي تيارات الحمل الصاعدة إلى انزياح جانبي لقاع المحيط مسببة اتساعه ، ومن هنا جاء اسم نظرية اتساع قاع المحيط (Seafloor Spreading) .

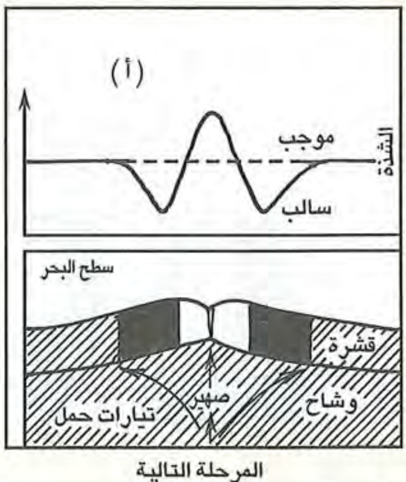
وقد اقترح **هس** كذلك أن الخنادق المحيطية ( Oceanic Trenches ) تمثل الطرف الهابط لخلية تيارات الحمل ، ولذا يندس الليزوسفير في نطاق يسمى نطاق الاندساس ( Subduction Zone ) مما يعرض الأجزاء القديمة من القشرة المحيطية إلى الاستهلاك ، ولذا نجد أن القشرة المحيطية متجددة دائماً . ويفسر ذلك بأن معدل تحرك تيارات الحمل ــ وبالتالي معدل حركة وانتشار قاع المحيط ــ يتراوح بين ١ ـ ٢ سم في السنة ، مما يؤدي إلى تغير قاع المحيط واستبداله كل ٢٠٠ ــ ٣٠٠ مليون سنة ولذا تعد القشرة المحيطية أحدث دائماً من القشرة القارية المتواجدة منذ بلايين السنين .

بهذه الفرضية أرسى **هس** دعائم مرحلة جديدة من الثورة العلمية ، وبعد ذلك جاءت الأدلة الداعمة لفرضيته تترى من خلال عمل طالب الماجستير **فاين** ( Vine ) تحت إشراف أستاذه **ماثيوس** ( Mathews ) في جامعة كمبردج الذي ربط بين فرضية اتساع قاع المحيط كما قدمها **هس** وانعكاس قطبية المجال المغناطيسي الأرضي في نموذج أصبح يعرف بنموذج **فاين ـ ماثيوس** .

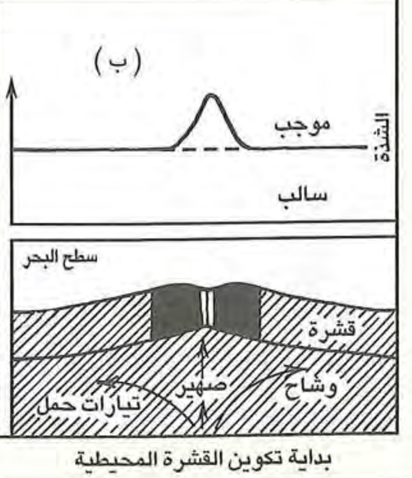
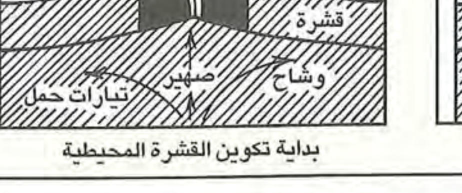
وبما أن نموذج **فاين ــ ماثيوس** مرتبط بانعكاس قطبية المجال المغناطيسي للأرض لذا وجب إعطاء فكرة مبسطة عن هذا الانعكاس . فقد دلت قياسات المغناطيسية القديمة على طفوح اللابة ـ في أنحاء مختلفة من العالم ـ أن بعض الصخور متمغنطة في اتجاه معاكس لاتجاه الحقل المغناطيسي السائد الآن ، وحقيقة الأمر وجد أن نصف صخور العالم تقريبا متمغنطة في اتجاه الحقل السائد الآن ، بينما وجد أن النصف الآخر متمغنط في الاتجاه المعاكس ، وقد أوردت شواهد عدة على أن الحقل المغناطيسي فعلاً عُكِسَ عدة مرات ( حوالي ٧٨ مرة في الثمانين مليون سنة الأخيرة ) . ويفسر انعكاس القطبية هذا



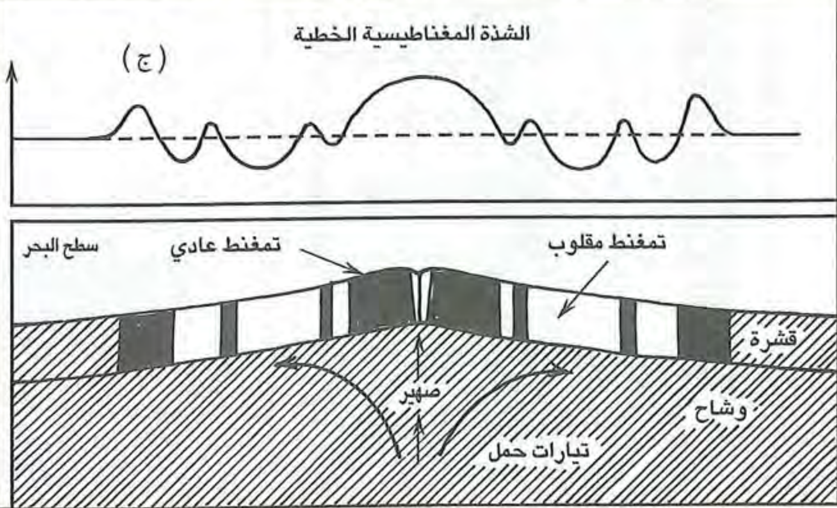

● شكل (١١) شريط تسجيل القشرة المحيطية.




المرحلة التالية


بداية تكوين القشرة المحيطية




● شكل (١٠) نموذج فاين ـ ماثيوس لتفسير الشذات المغناطيسية الخطية.

تمغنط الصخور التي تكونت أثناء قطبية عادية تمغنطاً عادياً وتحتفظ به ، أما الصخور التي تمغنطت بعد إنعكاس قطبية المجال المغناطيسي فإنها تتمغنط تمغنطاً معكوساً وتحتفظ به .

وقد أدى التطور في مجال تأريخ (Dating) وتحديد عمر الصخور بشكل دقيق إلى تمكن العلماء من ربط التمغنط العادي والتمغنط المعكوس بأعمار الصخور ، مما أدى إلى عمل سلم زمني للقطبية ( Polarity Time Scale ) ، شكل (٩) .

اعتمد نموذج **فاين ـ ماثيوس** على شذات مغناطيسية تعرف بالشذات الخطية المغناطيسية ( Linear Magnetic Anomalies ) وقد تم تخريط هذه الشذات في كل المحيطات حيث اتضح أنها شذات منتظمة ذات شدة عالية تبلغ أعلى قيمة لها فوق محور عرف المحيط ، وهي تقريبا متماثلة بالنسبة لهذا المحور ، وتعطي بالتتابع قيماً سالبة ثم موجبة وهكذا .

أمكن **لفاين ـ ماثيوس** تفسير هذه الشذات بوساطة صخور البازلت المكونة للقشرة المحيطية حيث عزا الشذات المغناطيسية ذات القيم الموجبة إلى بازلت ممغنط تمغنطا عادياً ، أما القيم السالبة فتعزى إلى بازلت تمغنط تمغنطاً عكسياً ويمكن توضيح ذلك في الخطوات التالية :

أولاً : خروج الصهير في الأعراف المحيطية وتصلده عند درجة حرارة تحت نقطة كورى وتمغنطه في اتجاه المجال المغناطيسي السائد أثناء تدفقه مشكلا قطبية عادية ، شكل (١٠-أ) .

ثانياً : خروج صهير جديد يتسبب في إزاحة اللابة القديمة نحو الأطراف ثم تصلده عند درجة حرارة تحت درجة كورى وتمغنطه في اتجاه معاكس لاتجاه المجال المغناطيسي في الحالة الأولى ، شكل ( ١٠ـ ب ) .

وتستمر العملية على هذا المنوال ، شكل (١٠ـ ج)،ولذا يمكن القول بأن القشرة المحيطية عبارة عن شريط تسجيل يحمل تفاصيل دقيقة عنها، شكل (١١) . وهكذا قدم **فاين ـ ماثيوس** الدليل القاطع لفرضية اتساع قاع المحيط الأمر الذي رقاها إلى مصاف النظريات .

# عالم في سطور

## تتسورو فيوجيوارا
## *Tetsuro Fujiwara*

● **الإسم** : تتسورو فيوجيوارا

● **الجنسية** : ياباني

● **تاريخ الميلاد** : ١٩٣٢م

● **مكان الميلاد** : موريوكا ، اليابان .

● **المؤهلات العلمية :**

* دكتوراه في الطب ، جامعة إيواتي الطبية في موريوكا ، اليابان ، ١٩٥٦م .

* دكتوراه في العلوم الطبية ، كلية الطب ، جامعة إيواتي الطبية ، اليابان ، ١٩٦١م.

● **الوظيفة الحالية :**

أستاذ ورئيس قسم طب الأطفال في جامعة إيواتي الطبية ، موريوكا ، اليابان.

● **أعماله :**

* مساعد في مستشفى جامعة توهوكو عام ١٩٦١م .

* زمالة في قسم أمراض القلب عند الأطفال في جامعة كاليفورنيا في لوس انجلوس ما بين عامي ١٩٦٢م ـ ١٩٦٤م .

* مساعد باحث في طب الأطفال في الجامعة نفسها بين عامي ١٩٦٦ ـ ١٩٦٩م

* استاذ مشارك لطب الأطفال في كلية الطب بجامعة أكيتا اليابانية ، عام ١٩٧٠م .

* استاذ طب الأطفال ورئيس قسم الأطفال في جامعة إيواتي ، عام ١٩٨١م.

● **الجمعيات المهنية :**

* رئيس مجلس إدارة الجمعية اليابانية لطب الأطفال حديثي الولادة من عام ١٩٧١م إلى عام ١٩٩٠م .

* رئيس مجلس إدارة الجمعية اليابانية لطب الأطفال بين عامي ١٩٩٠م ـ ١٩٩٣م .

* يعمل حالياً رئيس مجلس إدارة الجمعية الطبية الحيوية اليابانية ، وعضو شرف في الجمعية الإيطالية لطب الأطفال ، واستشاري الجمعية العالمية لطب الأطفال ، وعضو في هيئة تحرير المجلة الأوربية لطب الأطفال .

● **الإنجازات العلمية :**

* إجراء بحوث رائدة حول آليات التمثيل الغذائي للغازات عند الأطفال الخدّج .

* البحث في سبل تحسين وسائل علاج متلازمة ضيق التنفس التي تسبب نسبة عالية من الوفيات في المواليد ناقصي النمو.

* استنباط مادة علاجية صناعية تقوم بتقليل التوتر السطحي في الحويصلات الرئوية ، ومن ثم إحلال تلك المادة داخل القصبة الهوائية مما أسفر عن تحسن كبير في عمليات التبادل الغازي في الرئة عند الأطفال المصابين بمتلازمة ضيق التنفس .

* تطوير أسلوب مبتكر للتشخيص السابق لمتلازمة ضيق التنفس باستخدام عينات من السائل المشيمي للأم أو محتويات معدة الطفل عقب الولادة . وقد استخدمت نتائج دراساته السريرية بنجاح في مراكز طبية عدة .

* نشر مئتين وخمسة عشر بحثاً وثلاثة وثمانين فصلاً في كتاب .

● **الجوائز والتقدير العلمي :**

* جائزة الجمعية الطبية اليابانية لتطوير البحوث الطبية ، عام ١٩٨١م .

* جائزة نيبو للثقافة ، ١٩٨٧م .

* جائزة الملك فيصل العالمية للطب (بالاشتراك ) عام ١٤١٦هـ/١٩٩٦م .

# تكتونية الصفائح

د. عبد العاطي أحمد الصادق

*ساعد التطور التقني الكبير الذي أعقب الحرب العالمية الثانية في التعرف على المناطق المكونة لقاع المحيط وبنياتها تحت السطحية مما أدى إلى اكتشاف طبقة لدنة في الوشاح العلوي أطلق عليها الاثينوسفير (Athenosphere) وهي غلاف واهن لدن ، يطفو فوقه الغلاف الصخري (Lithosphere) الذي يتكون من القشرة الأرضية والرقيقة العليا من الوشاح العلوي . إضافة لذلك توصل العلماء إلى تفسير أفضل للمعطيات المتوفرة من قياسات المغنطيسية القديمة ، تُوِّج كل ذلك بفضل تكاتف العلماء كل في مجال تخصصه (منهم رتكورن ، فاين ، ماثيوس ، ماكنزي ، ويلسون ، إيزاكس ، أولفر ، سايكس) في بلورة نظرية تكتونية الصفائح التي نشرت كنظرية متكاملة في عام ١٩٦٨م.*

تمثل نظرية تكتونية الصفائح الإطار أو الوعاء الذي يجمع بين الأوجه الحركية لنظرية اتساع قاع المحيط ونظرية الانجراف القاري وتتلخص فيما يلي :ـ

١ـ تكون الغلاف الصخري المعروف باالليثوسفير (Lithosphere) من نوعين من الصفائح ، شكل (١) ، هما :ـ

* **صفائح صلبة كبيرة :** وتشمل صفيحة أوراسيا القارية ، وصفيحة المحيط الهادي المحيطية ، والصفائح القارية المحيطية المشتملة على صفيحة أفريقيا وصفيحة أمريكا والصفيحة الهندية الاسترالية وصفيحة المتجمد الجنوبي .

* **صفائح صلبة صغيرة :** ومن أمثلتها الصفيحة العربية وصفيحة نازاكا وغيرها .

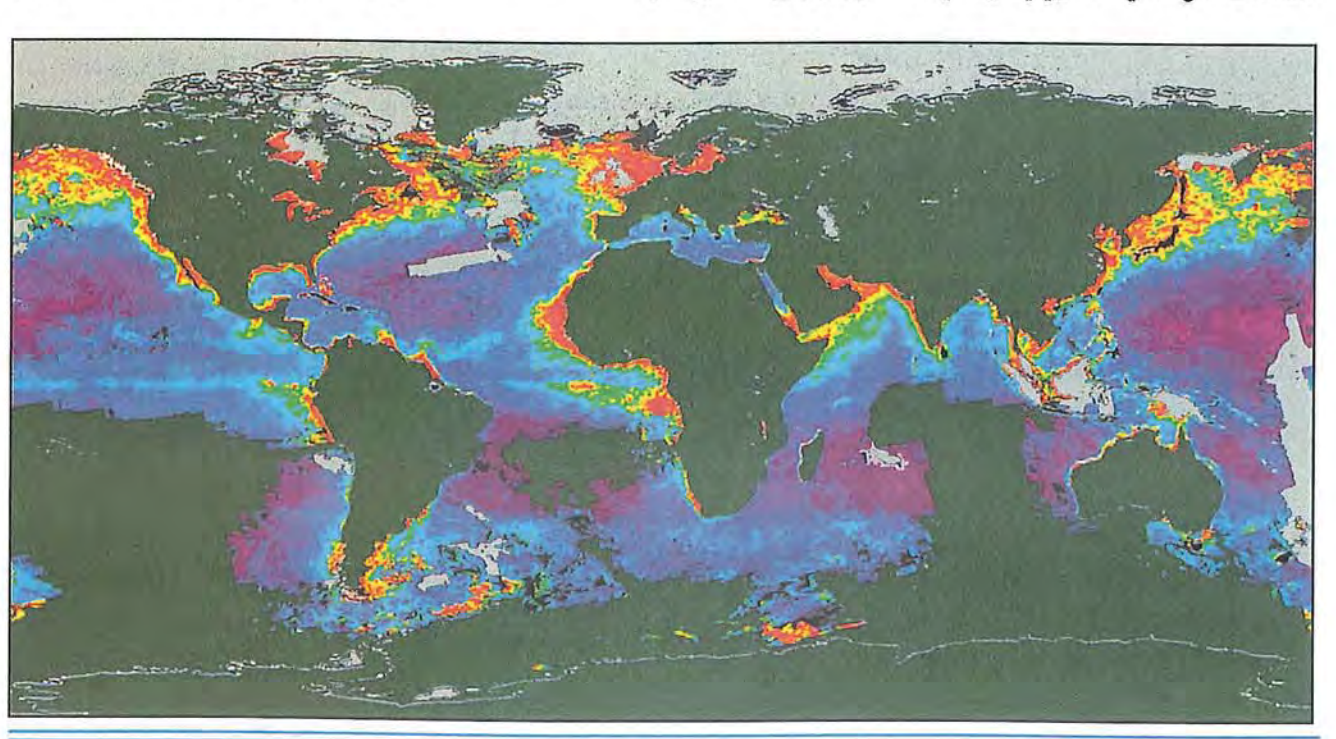
٢ـ تحرك الصفائح تحركاً تباينياً (Differencial) بابتعاد أو اقتراب بعضها من بعض ، أو انزلاق إحداها بموازاة الأخرى مؤدية إلى تحرك تكتوني داخل القشرة الأرضية ينعكس على سطحها على شكل صدوع وبراكين وزلازل وبناء جبال .

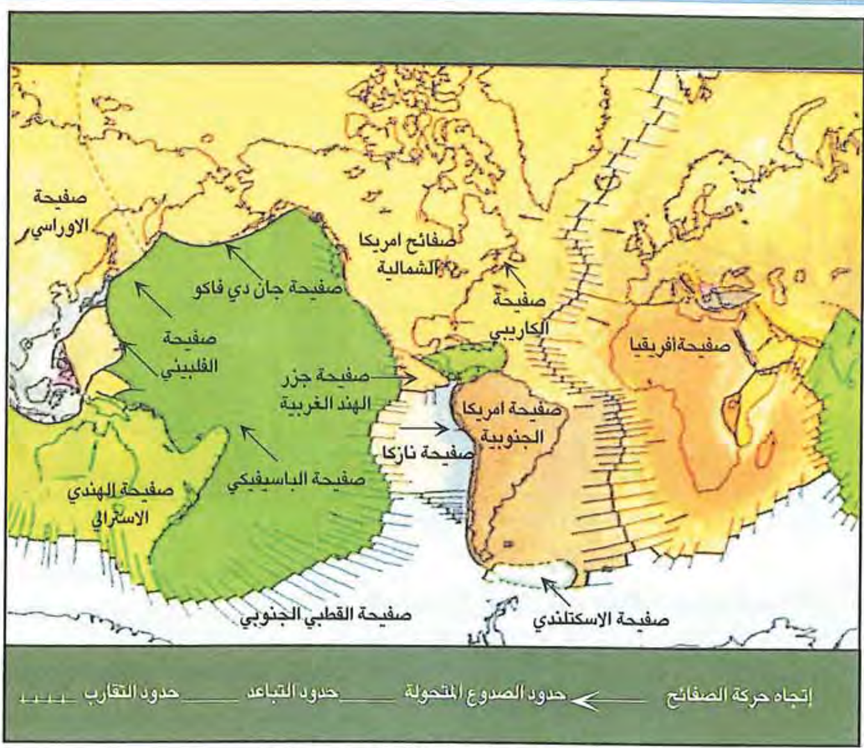
٣ـ انحصار النشاط الزلزالي والبركاني وأحزمة الجبال في حدود الصفائح بسبب الحركة التباينية بين الصفائح المتجاورة . وذلك يعني أن الصفائح نفسها شبه خالية من الزلازل .

## فرضيات نظرية الصفائح

تنحصر الفرضيات الخاصة بنظرية تكتونية الصفائح فيما يلي :ـ

**الفرضية الأولى :** قبول نظرية اتساع قاع



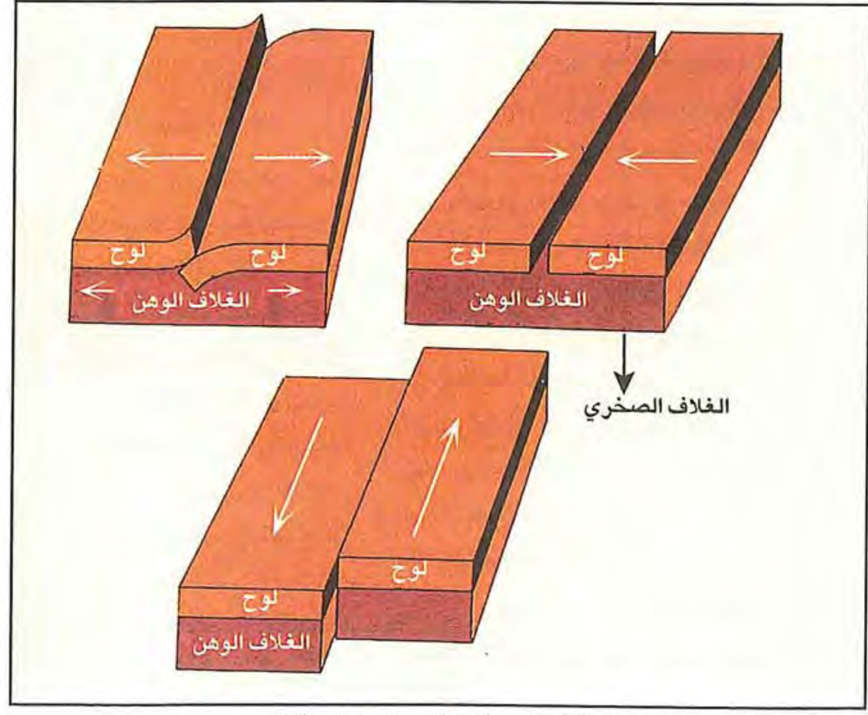



● شكل (١) صفائح الغلاف الصخري للأرض.

المحيط وهـذا يعني تكـوين قشرة محيطيـة جديدة في أعراف المحيط .

**الفـرضيــة الثـانيــة :** من المفترض أن يـؤدي تكـوين قشرة محيطيــة جـديـدة في أعراف المحيطـات إلى انتفاخ الكـرة الأرضية لتنـاسب الـزيــادة الطـارئة وحيث أنـه لم يلاحظ أي تغيير في محيط الكرة الأرضية أو زيـادة حجمها ، فإن قبـول هـذه الفرضيـة يحتم افتراض أن المادة التـي تكــونت في أعراف المحيط استهلكت في مكـان آخر حتى يحدث تكـافؤ في كميـة المادة ، واقترح لـذلك مناطق الأندسـاس .

**الفـرضيـة الثـالثـة :** إن القشرة المحيطيـة الجديـدة التي تكـونت بفعـــل عمليــة اتسـاع قاع المحيط تمثـل جزءاً متصـلاً مع الصفيحـــة القاريـة ، لـذا فمن الممكـن أن يكون جــزء من الصفيحة محيطيـاً وجزء آخر قاريـاً .




● شكل (٢ ـ أ) أنواع الحدود بين الصفائح.

## الحدود بين الصفائح

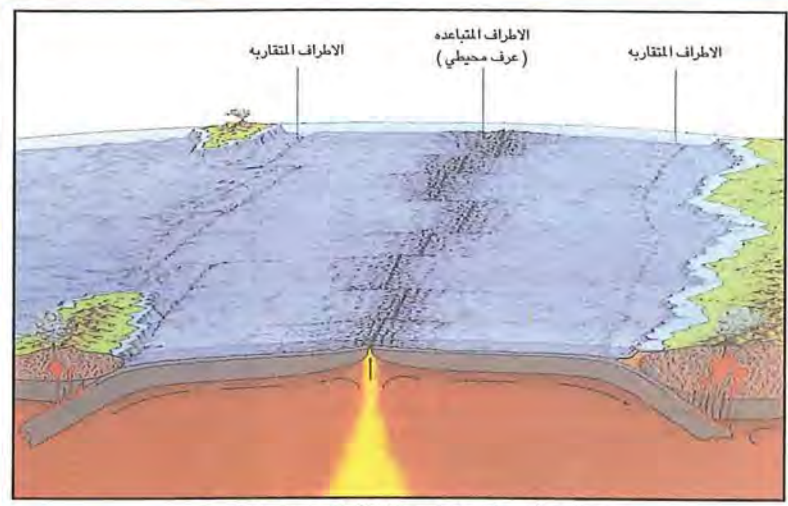
هنــاك ثــلاثـــة أنماط من الحدود بين الصفائح يتميز كل منها بحـركة مختلفة عن الآخر شكل (٢ـ أ) ، وشكل (٢ـ ب) . ويمكن تفصيل تلك الحدود فيما يلي : ـ

### ● حدود تباعد الصفائح

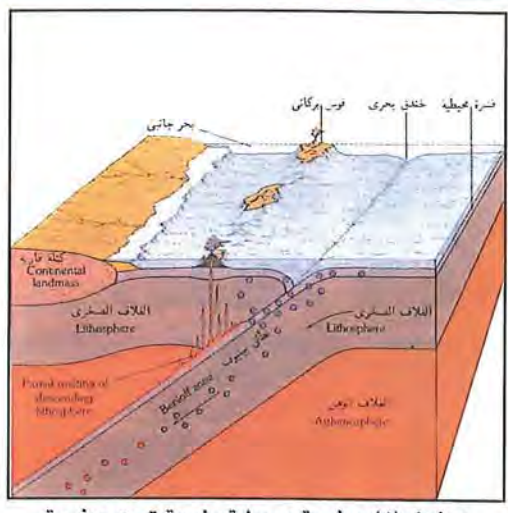
تعـرف حـدود تبـاعـد الصفـائح بأنها حدود بنائيـة بسبب تكون قشرتها المحيطية من الصهير الصــاعد من الـوشاح . ويحدث التباعد بين الصفائح نتيجة لقوى شد بينها يـؤدي إلى حـدوث زلازل ضحلـة لايتعـدى عمقهـا البؤري ثـلاثين كيلو متراً على طـول حدود التباعد . ومن خصائص هذه الحدود وجـود شـذّات مغنــاطيسيـة خطيـة وقيم تسرب حـراري عـالية . ومن أمثلـة حـدود تباعد الصفائح ابتعـاد صفيحة أفريقيا عن صفيحـة أمريكـا الجنوبيـة مكـونة عـرف محيط جنـوب الأطلسي ، وابتعـاد صفيحـة أمريكـا الشمالية عن صفيحة أوربا مكـونة شمال الأطلسي ، وكـذلك ابتعـاد الصفيحـة العربية عن الصفيحة الأفـريقية ( النوبية ) مسببة نشوء البحر الأحمر .

### ● حدود تقارب الصفائح

تنشأ حـدود تقـارب الصفائح (حـدود الهدم) نتيجة لتأثير قوى ضغط ، وذلك عند تحرك صفيحتين بــاتجاه بعضهــا لبعض ليلتقيـا معـاً ، ثـم تنـدس إحـداهما تحت الأخرى إذا كـانت الصفيحتان محيطيتن أو

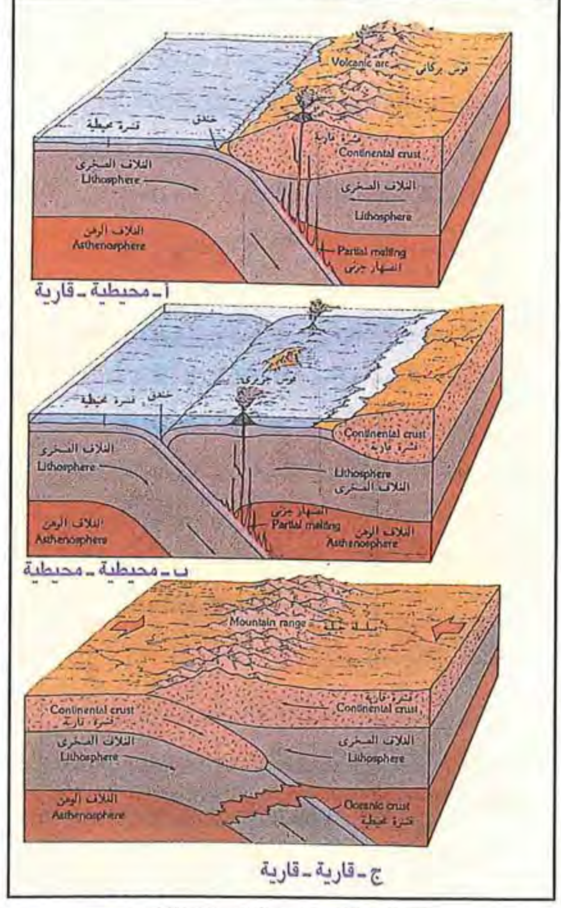



● شكل (٢ ـ ب) العلاقة بين الأطراف المتباعدة والمتقاربة .




● شكل (٤) صفيحة محيطية مندسة تحت صفيحة محيطية اخرى.

إحـداهما محيطيـة والأخــرى قـاريـة ، أو تتصــادمــان معــاً إذا كـانت الصفيحتــان قاريتين ، ثم تتوافق هـذه الحدود مع مناطق انـدساس أو اصطـدام الصفائح . وفي هـذا النــوع من الحدود تستهلك أو تهدم مــادة الغلاف الصخري (Lithosphere) .




● شكل (٣) حدود تقارب الصفائح.

وتنقسم حدود تقـارب الصفائح ، شكل (٣) ، إلى ثلاثة أنواع هي : ـ

* **حـد تقـاربي محيطي ـــ محيطي :** ينشأ بسبب التقـاء صفيحة محيطيـة مع صفيحـة محيطيـة أخرى ، وانـدساس إحـداهما تحت الأخرى بزاوية قدرها ٤٥° ، شكل (٤)، حيث يعرف الجزء المندس من الغلاف الصخـــري للصفيحـة بنطـــاق **بنيـــــوف** (Benioff Zone) . ويـؤدي التقـــارب المذكـور إلى تكـوين خنـدق (غـور محيطي) وجـزيرة قـوسيـة (Island Arc) مثل اليـــابـان ، إنــدونيسيـا ، الفلبين، نيوزيلندا .... إلخ .

وممـا يجدر ذكـره أن هـذا الحد من تقـــارب الصفــائح يتميز بنشاط زلـزالي عال جداً ، ويحتوي على كل أنـواع الزلازل ، إضــافـة إلى نشاط بـركـاني شبيـه بـالــذي يحدث نتيجـة ارتطـــام صفيحـــة محيطيـــة بأخرى قارية ، غير أن البراكين التي تحدث في هـذا النــوع من الحد تكـــون فــــوق قيعــان المحيطـات بدلاً مـن اليابسـة ، حيث يمكن أن تبرز بعضهـــا فوق سطح المحيط مكونة جزراً قــــوسيــــة مثل جـــزر اليابان والفلبين ونيوزيلندا والمارينا والتويجا .

* **حـد تقـاربي محيطي ـــ قـاري :** ينشأ نتيجــة للتقـارب بين صفيحـــة محيطيـــة وصفيحـة قـاريـة وانـدســاس الصفيحـة المحيطية ـــ الأكثر كثافة ـــ تحت الصفيحة القارية لتكـوين خندق محيطي وسلسلة من الجبـال ، ومن أمثلـة هـذا النـوع من الحد الجزء الغربي لأمـريكا الجنـوبية حيث أدى انـدسـاس صفيحـة نـازاكا المحيطيـة تحت أمـريكا الجنـوبيـة إلى تكوين خنـدق عميق بمحـاذاة القـــارة ، وكـذلك تكـــوين جبـال الأنـديـز داخل القـارة . ويتميـز هـذا الحد بنشـاط زالزالي ضحل + متوسط ± عميق.

* **حد تقـاربي قاري ـــ قاري :** وينشأ عن تقـــارب صفيحتين قـاريتين إحــداهما من الأخــرى حيث لاتنـــدس إحـــداهما تحت الأخـرى لأن لهما الكثافـة نفسهـا تقريبـاً ، ولكن بدلاً عن ذلك تصطـدمان متسببتين في تكـوين الجبـال الشـاهقة الحديثـة العمـر نسبياً . ويتميز هذا الحد بأنـه نشط زلزالياً وتوجـد فيه زلازل ضحلة ومتـوسطة . ومن أمثلة هذا النوع من الحد ما يلي :

ـ سلاسل جبـال الهمـــلايا التي نتجت عن اصطدام صفيحة الهند مع صفيحة آسيا .

ـ جبال الألب في أوربا وسلسلة جبال أطلس

بشمال أفريقيا اللتين نتجتا عن تصادم صفيحة أفريقيا مع الصفيحة الأوربية .

ـ جبال زاكروس في إيران بسبب تصادم الصفيحة العربية مع الصفيحة الإيرانية .

### ● حدود الصدوع التحويلية

تم اكتشاف طبيعة هذا النوع من الحدود عام ١٩٦٥م ، بوساطة العالم **ولسون (Wilson)**، وهي حدود حركية تفصل بين صفيحتين متماستين على جانبي صدع تحويلي ، ومن أمثلة هذه الحدود صدع سان أندرياس في ولاية كاليفورنيا الذي ارتبط بالزلازل التي حدثت في لوس انجلوس وسان فرانسسكو وكذلك حد خليج العقبة ـ البحر الميت التحويلي .

بما أن الصدوع التحويلية صدوع ذات انزلاق مضربي (أفقي) ، فإنها تتميز بزلازل ضحلة ذات طبيعة انزلاقية لاتهدم فيها المادة ولاتبنى ، وعليه فإن هذا النوع من الحدود يطلق عليه اسم الحد المحافظ .

## الآلية المحركة للصفائح

لم يكن من الممكن قبول نظرية **فيجنر** الخاصة بالانجراف القاري لعدم وجود أدلة مقنعة ــ وقتذاك ـ لانجراف القارات ، ولكن بعد موته توالت العديد من الاكتشافات الجيولوجية التي تدعم تلك النظرية مما ساعد على قبولها لدى كثير من العلماء. ومن أهم تلك الاكتشافات اكتشاف نطاق الغلاف الواهن (Atheno-sphere) الذي من الممكن أن يسمح بتحرك الصفائح الموجودة فوقه . والغلاف الواهن عبارة عن طبقة من الوشاح تبدأ من عمق ١٠٠ كم وتمتد حتى ٧٠٠ كم في بعض الأحيان ، ويتميز بأن صخوره ضعيفة ومنصهرة جزئياً أو أقرب إلى الانصهار من الصخور التي فوقها أو تحتها ، ولذلك فإنه قابل للتشكل مثل الحديد المنصهر ، كما أن لدونته تسمح بتحرك القشرة التي فوقه .




● شكل (٦) المواقع المقترحة للبقع الساخنة ونوع وإتجاه الإنشطار.

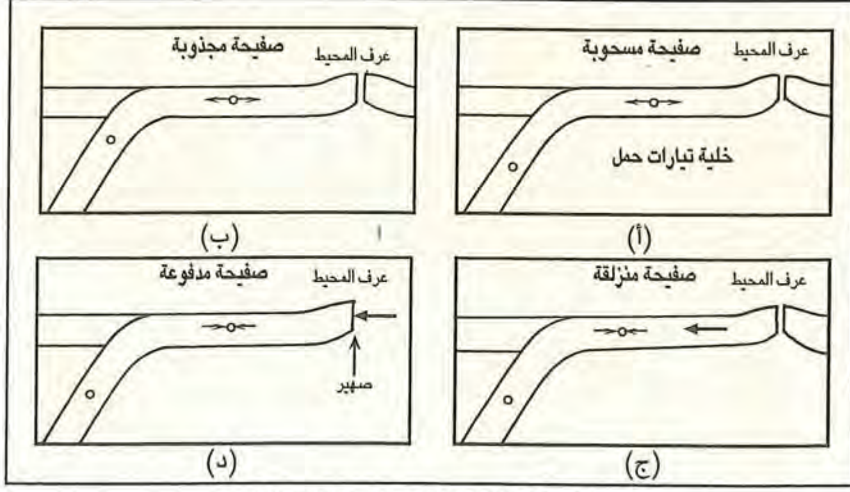
لم يتفق العلماء حتى يومنا هذا على قوة بعينها لتحريك الصفائح،ولكن هذا لايعني غياب هذه القوي كما كان الحال في عهد **فيجنر** وأنما في تعددها وبالتالي تعدد الآليات وفي أي موقع تعمل هذه القوى وبأي نسبة إذا كانت تعمل مجتمعه. ويوضح شكل (٥) أهم الآليات المقترحة لتحرك الصفائح ، وهي كما يلي:

### ● آلية السحب

في هذه الآلية ، شكل (٥ــ أ) ، تعمل القوى الناتجة عن تيارات الحمل الموجودة في الغلاف الواهن في اتجاه رأسي ولكنها تنعكس إلى أتجاه أفقي عند وصولها إلى أسفل الغلاف الصخري ـ يمثل الصفيحة في هذه الحالة ــ ليحركه (يسحبه) . ورغم أن هذه الآلية قد قُبلت كآلية محركة للصفائح إلا أن كثيراً من الشك يخامر معظم علماء الأرض في وجود تيارات حمل بهذا الحجم الكبير في نطاق الغلاف الواهن يسمح بتحرك الصفائح .

### ● آلية الجذب

في هذه الآلية ، شكل ( ٥ـ ب) ، يؤدي وجود طبقة ليثوسفير باردة وعالية الكثافة ـ ممثلة في الصفيحة ــ فوق وشاح ساخن ولدن ــ الغلاف الواهن ـ إلى عدم استقرار مما يساعد على جذب الصفيحة نحو مناطق الاندساس .




● شكل (٥) الآليات المقترحة لتحرك الصفائح.

## ● آلية الانزلاق

في هذه الآلية ، شكل (٥ ـ ج) ، يعمل ميل الصفيحة نحو الغلاف الواهن ـ عند بدايتها بالقرب من عرف المحيط ـ على انزلاقها إلى أسفل تحت تأثير قوى الجاذبية .

## ● آلية صعود الصهير

في هذه الآلية ، شكل (٥ ـ د) ، يتسبب صعود الصهير في عرف المحيط في دفع الصفيحة إلى مناطق الاندساس .

## ● آلية البقع الساخنة

أوحى اكتشاف وجود بقع ساخنة في مناطق عدة من الكرة الأرضية إلى اقتراحها كآلية لحركة الصفائح بوساطة العالم ولسون ، حيث أشار إلى أن ٤٠ من هذه البقع أسهمت في انقسام بانجيا وتفككها إلى قارات لأن وجود بقعة ساخنة لمدة طويلة يعمل على انشطار قاري يتبعه انجراف ، ويوضح شكل (٦) بعض المواقع المقترحة للبقع الساخنة واتجاهات الانشطار المقترحة لكل منها .

سيؤدي قبول هذه الآلية ــ لم تجد القبول التام حتى الآن ــ إلى أن يكون تشقق أو انشطار القارات أكثر أهمية من اتساع المحيط ، وهذا بالطبع سيهمش دور آلية تيارات الحمل ، وسيكون صعود الصهير في قمم أعراف المحيطات نتاجاً وليس سبباً في انقسام وبالتالي زحف القارات .

# الزلزالية التكتونية للوطن العربي

على ضوء نظرية الصفائح التكتونيه يمكن تفسير الزلزاليه التكتونيه في الوطن العربي ، فعلى امتداد ٥٠٠٠ كيلو متر تقريباً من المحيط إلى الخليج نجد أن النشاط الزلزالي في أحزمة تتطابق مع حدود الصفائح الموجودة في الشرق الأوسط التي من أهمها الصفيحة العربية والإيرانية والأفريقية والأوربية .

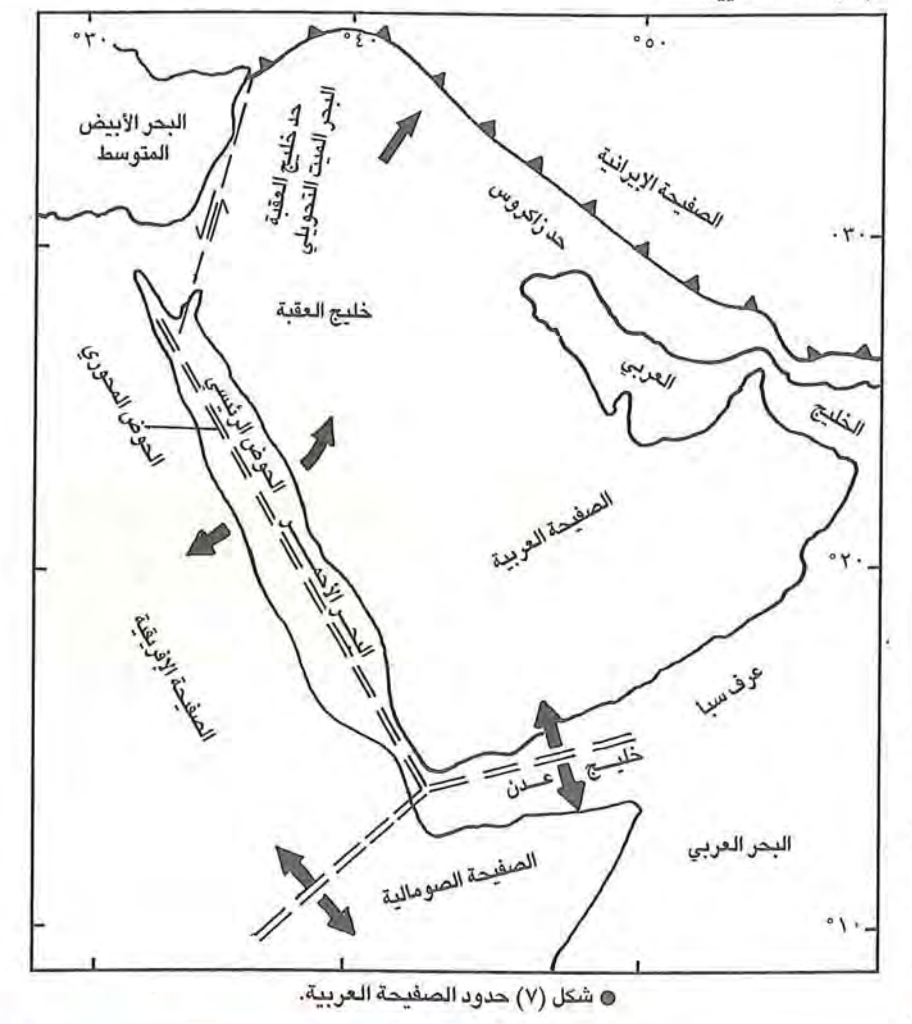
## ● نشاط حدود الصفيحة العربية

تحاط الصفيحة العربية بأربعة حدود ، تتميز جميعها بأن لها نشاطاً زلزالياً ، ويمكن توضيح تلك الحدود ، شكل (٧) ، فيما يلي :ـ

* **حد البحر الأحمر :** وهو حد تباعدي نشأ بموجبه البحر الأحمر بسبب تباعد الصفيحة العربية من الصفيحة النوبية ، ويتميز هذا الحد بأن النشاط الزلزالي الضحل يكثر في جنوبه ووسطه مقارنة بشماله ، كما أنه حد بنائي أدى إلى تكوين قشرة محيطية جديدة ممثلة في الحوض المحوري للبحر الأحمر بفعل اتساع قاع البحر منذ ٤ ملايين سنة .

* **حد خليج عدن :** ويعد بأنه حد تباعدي ـ مثل حد البحر الأحمر ــ نشأ بتباعد الصفيحة العربية عن الصفيحة الصومالية ، وتنحصر الزلزالية في هذا الحد في محور خليج عدن الذي يطلق عليه اسم عرف سبأ (Sheba Ridge) . ويتميز هذا الحد بأنه بنائي أدى إلى تكوين قشرة محيطية ــ تغطي الخليج من الساحل إلى الساحل ــ منذ ١٠ ملايين سنة .

* **حد زاكروس :** وهو حد تقاربي نشط زلزالياً نشأ من تقارب الصفيحة العربية مع الصفيحة الإيرانية ، ثم اصطدامهما لتكوين حزام طي يمتد لمسافة ١٥٠٠ كيلو متر على طول الجانب الغربي لإيران والجانب الشمالي الشرقي للعراق . وقد اقترح أن نموذج الاصطدام الذي حدث بين




● شكل (٧) حدود الصفيحة العربية.

الصفيحتين تمثل في انـــدســـاس الجزء المحيطي من الصفيحة العربية أولاً تحت الصفيحة الإيرانية ، ثم اصطدام الصفيحتين إحداهما بالأخرى ، ويدعم هذا النموذج تمركز الزلازل في الصفيحة الإيرانية .

يعد حد زاكروس حد هدم تسبب في استهلاك الجزء المحيطي من الجزيرة العربية، وبناء سلسلة جبال زاكروس .

* **حد خليج العقبة ـ البحر الميت ـ :** وهو حد صدع تحويلي يربط بين حد زاكروس التقاربي وحد البحر الأحمر التباعدي ، ويتميز بوجود زلازل ضحلة معظمها ذات طبيعة انزلاقية .

### ● حد جبال الأطلس

أدى تقارب الصفيحة الأفريقية القارية مع الصفيحة الأوربية القارية إلى تكوين حد تقاربي تسبب في ظهور حزام تجبلي في شمال أفريقيا ( حزام الأطلس ) وجنوب أوربا (حزام الألب) . ويتميز هذا الحد بأنه مازال نشطاً تكتونياً ، والشاهد على ذلك وجود الطي والتصدع والزلازل التي كان من بينها زلزال الأصنام الذي حدث عام ١٩٨٠م وأحدث دماراً كبيراً في المنطقة ، كما أنه أدى إلى ظهور صدوع سطحية .

### ● نشاط ضمن الصفيحة

يرتبط هذا النوع من النشاط ببنيات تكتونية (صدوع) متصلة بحدود الزلازل ، وقد تعزى لانبعاث النشاط التكتوني في بنيات قديمة مرة أخرى . ومن أمثلة هذا النوع من النشاط زلزال ذمار في اليمن عام ١٩٨٢م ، وزلزال القاهرة عام ١٩٩٢م ، وزلزال الخرطوم عام ١٩٩٣م . ويصاب كثير من الناس بالدهشة من هذه الأنشطة لأنها غير متوقعة حيث تحدث في مناطق ليست معروفة بنشاطها الزلزالي .

# خصائص سرعة الصوت في الماء

*تبلغ سرعة الصوت في الماء حوالي ١٥٠٠ متر/ث ولكنها ترتفع إلى ٤٠٠٠ متر/ث تقريباً عندما يتجمد الماء . ويمثل هذا الأمر قاعدة عامة فحواها أن الموجات الصوتية يكون ترددها أكثر في المواد الصلبة مقارنة بالمواد السائلة .*

غير أن هذه القاعدة ليست ـ بالضرورة ـ سائدة لكل الأطوال الموجية للصوت حسب ما يشير **فرانسيسكو سيت** ( Fran-cisco Sette ) عالم الفيزياء بالمعجل الإشعاعي الأوربي ( European Synchro-tron Radiation ) في فرنسا، حيث اكتشفت مجموعته البحثية أن الموجات الصوتية القصيرة جداً والتي يتراوح طولها مابين ٠,٥ إلى ٣ نانومتر ( $١٠^{-٩}$ متر ) تكون لها السرعة نفسها سواء إخترقت الماء أم الثلج رغم الفارق الكبير بينهما . ويفسر العالم **سيت** هذه الظاهرة بأن هذا المدى من الموجات القصيرة جداً للصوت يتساوى مع المسافة بين جزئيات الماء .

ينجم عن مرور الموجات الصوتية من خلال المادة السائلة أو الصلبة تحريك دائري للذرات ( Atoms ) أو الجزيئات ( Molecules ) من مواضعها العادية، بحيث تتقارب ثم تتباعد بعضها عن بعض . ففي حالة الموجات الصوتية التي يزيد طولها عن المسافة بين ذرات أو جزيئات المادة فإن تحرك الصوت يعتمد على درجة انتظام هذه الذرات أو الجزيئات، حيث أنه كلما كانت أكثر انتظاماً ـ مثلما في الحالة الصلبة ـ كانت الموجات أسرع، ثم تتباطأ سرعتها حسب بعدها عن الانتظام لتصبح الأبطأ سرعة في الحالة السائلة . أما في حالة الموجات القصيرة فإن انتظام المادة أو عدمه ( صلبة أم سائلة ) ليس له تأثير كبير على سرعة الموجات ، وبدلاً عن ذلك فإن عوامل الارتباط بين الجزيئات وأشكالها تعمل على تسريع هذا النوع من الموجات ( الموجات القصيرة ) .

عمد **سيت** ومجموعته على استحداث موجات صوتية قصيرة في الماء عند درجتي حرارة (٤°م ) و (٢٠°م )، وذلك باستخدام الأشعة السينية ، وبقياس الأشعة المنعكسة أمكنهم قياس الطاقة الممتصة بالمادة ( الماء ) نتيجة للموجات الصوتية القصيرة التي سببتها الأشعة السينية عند درجتي الحرارة المذكورة .

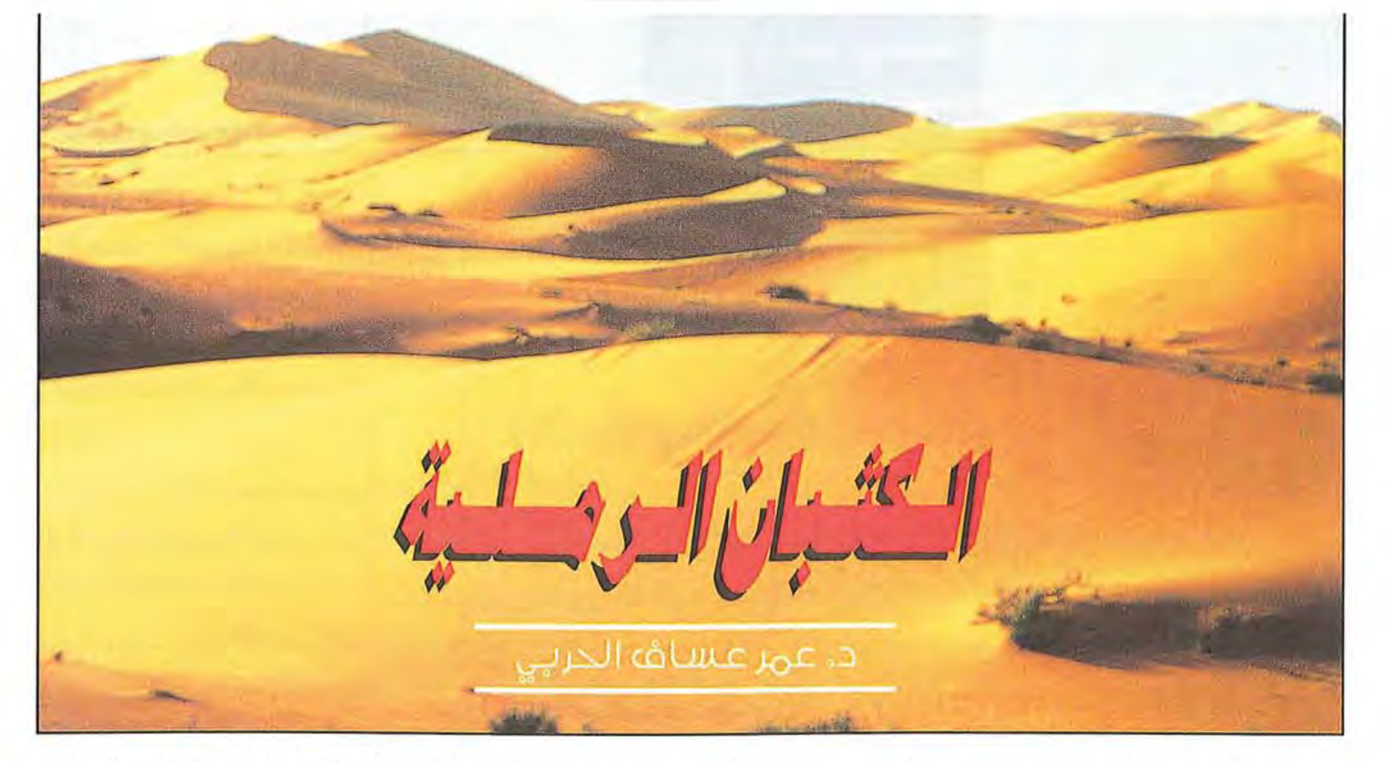
أوضحت القياسات المذكورة أن الموجات الصوتية ذات الطول الموجي ٣ نانومتر اخترقت كلا من الماء ( درجة حرارة ٤°م ) والثلج ( درجة حرارة ـ ٢٠°م ) بسرعة ٣٢٠٠ متر /ث . وذلك يعني أن سرعة الموجات القصيرة تبلغ ضعف سرعة الموجات الطويلة في الماء وأقل قليلا من سرعتها في الثلج .

ورغم أن تلك النتائج تنطبق في الوقت الحاضر على الماء إلا أنها قد يكون لها مدلول علمي هام لسوائل أخرى .

---

المصدر :

Science News, Feb 1996, vol 149 p 85 .




# الكثبان الرملية

د. عمر عساف الحربي

**الكثبان الرملية (Sand Dunes) عبارة عن رواسب أو تجمعات رملية ذات أحجام ومساحات مختلفة، تتكون بوساطة الرياح عند حملها للحطام الصخري غير المتماسك، ونقله من مكان لآخر على سطح الأرض، ومن ثم تراكمه على هيئة رواب وهضاب رملية، وذلك عند اصطدام الرياح بحواجز طبيعية أو صناعية أو عند نقصان سرعتها وتلاشي طاقتها على الحمل. وتغطي الكثبان الرملية مساحات شاسعة من سطح الكرة الأرضية، ويتركز الجزء الأكبر منها في المناطق شبه الجافة والجافة وشديدة الجفاف التي تشكل مساحة تقدر بحوالي ٤٨ مليون كم٢ .**

تتكون الكثبان بصفة عامة من حبيبات رملية وغير رملية تختلف في تركيبها الكيميائي من مكان لآخر، وعلى سبيل المثال تتكون الكثبان في جزيرة برمودا ... من حبيبات كالسيت حملتها الرياح من الشاطيء، وفي منطقة الآجام بالمملكة العربية السعودية من حبيبات جبسية، كما أنها قد تتكون من حبيبات الغرين أو الطين (Clay) في أماكن أخرى .

## مصادر الكثبان وطرق نقلها

تعد الصخور الرسوبية (خاصة المتكونات الرملية) من أهم مصادر الكثبان الرملية وذلك من خلال تعرضها لعوامل تجوية مختلفة ــ طبيعية مثل الرياح والأمطار وحركة المد والجذر، وجيوكيميائية مثل الأكسدة والاختزال والتحلل المائي ـ تؤدي إلى تفككها لحبيبات رملية صغيرة، تقوم الرياح بحملها ونقلها إلى مكان آخر وذلك بثلاث طرق حسب قطر الحبيبات، شكل (١أ،ب)، هي :

### ● الحمل

يتم الحمل (التعلق) بنقل الحبيبات الدقيقة التي يقل قطرها عن ٢مم، مثل حبيبات الطين أو الغرين حيث تحملها الرياح إلى مسافات طويلة في صورة غبار بعيداً عن مصدرها الأصلي، ومثال ذلك لوحظ في الثلاثينيات من هذا القرن انتقال حبيبات الغرين من ولاية كانساس بوسط أمريكا الشمالية إلى المحيط الأطلسي، ومن الصحراء الكبرى إلى جزر الأنديز الغربية .

### ● القفز

تختص طريقة القفز (التنطط) بنقل الحبيبات التي يتراوح قطرها بين ٠,٢مم إلى ٠,٤ مم، وتبدأ عملية قفز الحبيبات بهبوب رياح على منطقة صحراوية، حيث تتدحرج الحبيبات ـ في البداية ــ على سطح الأرض حتى تصطدم بحبيبات أخرى تؤدي إلى قفزها في الهواء ودفعها إلى الإمام ــ بوساطة قوة الرياح ـ في مسارات طويلة قليلة الانحدار، إلى أن تهبط هذه الحبيبات مرة ثانية إلى سطح الأرض بفعل الجاذبية، وعندئذ إما أن تقفز هذه الحبيبات مرة أخرى إلى الهواء أو أنها تدفع حبيبات أخرى للقفز ... وهكذا تبدأ سلسلة متتالية وسريعة من الوثبات تنتهي بتكوين سحابة رملية متحركة من الحبيبات القافزة لايزيد ارتفاع سطحها العلوي عن المتر الواحد إلا أنها تتركز بصفة أساس على ارتفاع عدة سنتيمترات من سطح الأرض .

### ● الزحف

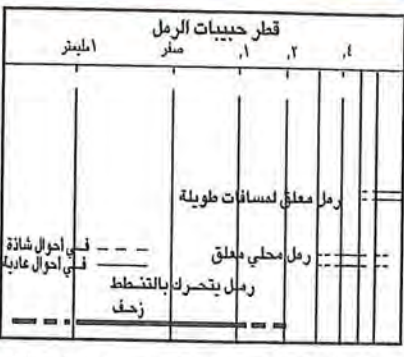
يتم الزحف (الدحرجة) من خلال نقل الحبيبات التي يتراوح قطرها بين ٠,٤مم إلى ١مم، وذلك إما بفعل قوة الرياح وإما نتيجة لاصطدام الحبيبات القافزة بها مما يدفعها إلى الأمام دون رفعها ... وهكذا تزحف هذه الحبيبات إلى أن تفقد الطاقة المحركة لها فتترسب وتتراكم على سطح الأرض .

## أنواع الكثبان الرملية

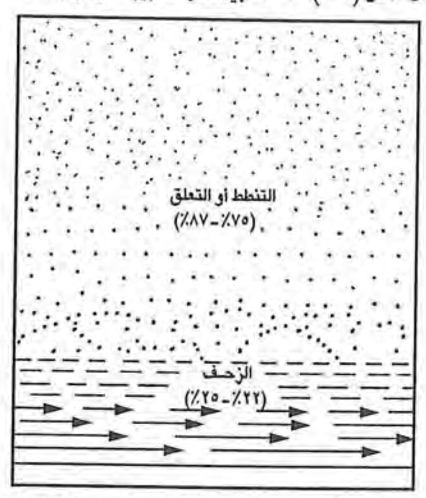
تُقسم الكثبان الرملية حسب مكان تجمعها إلى نوعين هما :ـ

### ● الكثبان الشاطئية

تتواجد الكثبان الشاطئية أو النهرية على السهول المنبسطة للشواطيء الرملية أو بالقرب من الأنهار، وتتكون من رمال غير محلية الأصل، أي منقولة بتيارات الماء من مصادر بعيدة، ثم تترسب على الشاطيء حيث تجف، وتحولها الرياح إلى كثبان




● شكل (١ ـ أ) العلاقة بين قطر الحبيبات وطرق نقلها.




● شكل (١ ـ ب) النسبة (٪) لكمية حبيبات الرمل المنقولة بالطرق المختلفة.

مختلفة الأشكال حسب اتجاه الرياح السائدة في المنطقة. وتتميز رواسب الكثبان الشاطئية بأنها على درجة عالية من الفرز (Well-Sorted)، أي أن أحجام الحبيبات المكونة لها متقاربة، وخالية تقريباً من الحبيبات كبيرة الحجم.

## ● الكثبان الصحراوية

تتكون الكثبان الصحراوية من رمال محلية الأصل، أي مستمدة من صخور المنطقة المتكونة فيها نفسها، وتتوقف درجة التقارب بين حجم الحبيبات المكونة لها على نوع وطبيعة بيئة ترسيب الصخور الأصلية ـ مصدر الفتات الصخري ـ وعلى كونها مائية أو برية، ففي حالة الرسوبيات البحرية يكون هناك تقارب بين حجم الحبيبات الناتجة عن تفتتها (جيدة الفرز)، وتشبه الكثبان الصحراوية ـ في هذه الحالة ـ الكثبان الشاطئية. وعلى العكس من ذلك فإذا كانت بيئة الترسيب برية، أي نتيجة لفعل عوامل التعرية بالرياح (بري وسحج الصخور النارية والمتحولة)، فإن حبيبات الرمال الناتجة عنها تكون غير متقاربة في الحجم (سيئة الفرز ـ Badly Sorted).

## آلية تكوين الكثبان

تتشكل الكثبان الرملية على اختلاف أنواعها وأشكالها بإحدى آليتين هما وجود العوائق التي تعترض الرياح، والاختلاف في حجم الحبيبات، وذلك كما يلي: ـ

### ● عوائق الرياح

يتسبب وجود بعض العوائق ـ مثل الصخور، والأشجار، والتلال الصغيرة ـ التي تعترض طريق الرياح المحملة بالرمال في نقصان سرعتها وتلاشي طاقتها على الحمل، فتبدأ في ترسيب حمولتها خلف العائق في الجهة المعاكسة (المدابرة) لاتجاه هبوب الرياح. ومع استمرار هذه العملية يزداد تجمع وتراكم الرواسب لتكون كثباناً رملية ذات أحجام وأشكال مختلفة.

ويمكن توضيح عمل هذه الآلية من خلال أربع مراحل، شكل (٢)، هي:

(أ) تساقط وتراكم حبيبات الرمل أمام العائق التي تصطدم به الرياح المحملة بهذه الحبيبات.

(ب) انقسام تيار الهواء الذي يصطدم بالعائق وتفرعه إلى ذراعين يمران بجواره حيث يتم ترسيب الحبيبات الرملية عليهما، مع ملاحظة أن الترسيب يكون قليلاً جداً خلف العائق نظراً لنشاط الدوامات الهوائية في هذه المنطقة.

(جـ) زيادة حجم ذراعي الرمل على الجانبين خلف العائق تدريجياً حتى يلتقيا معاً، وتمتلىء المساحة الموجودة بينهما بتجمع رملي، يسمى الظل الرملي (Sand Shadow) للعائق.

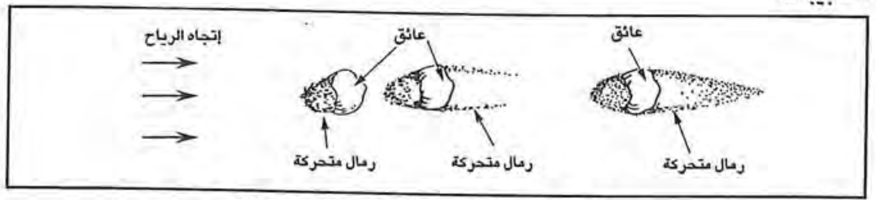
(د) زيادة حجم الظل الرملي المتراكم خلف العائق ونموه وتحوله إلى كثيب رملي.

### ● اختلاف حجم الحبيبات

يعد الاختلاف في حجم الحبيبات المكونة للرمال من أهم العوامل التي تساعد على تكوين الكثبان الرملية، حيث أنه قد لوحظ من خلال التجارب العملية والحقلية ازدياد حركة حبيبات الرمل كلما زاد التفاوت بين أحجامها. فعندما تهب رياح خفيفة فوق سطح مغطى بحبيبات رملية ذات أحجام مختلفة، تتطاير الحبيبات الدقيقة من فوق ذلك السطح وتترسب بعضها فوق بعض مكونة ما يسمى بالبقع الرملية (Sand Patches)، تاركة وراءها الحبيبات الأخرى كبيرة الحجم في مكانها مكونة ما يسمى بالبقع الحصوية (Pebbly Patches). ومع زيادة هبوب الرياح تستقبل البقع الرملية مزيداً من حبيبات الرمال الدقيقة ويزداد فوقها الترسيب بتأثير كتلتها الرملية المتراكمة التي تعمل كحاجز صد لحبيبات أخرى تحملها الرياح، ومع استمرار هذه العملية تعلو البقع الرملية وترتفع ـ مقارنة بالبقع الحصوية المجاورة ـ مما يؤدي إلى حدوث تموجات صغيرة فوق سطح الرمال تعرف بعلامات النيم (Ripple Marks)، شكل (٣).

يعتمد تكوين الكثبان الرملية بصفة أساس على طول موجات علامات النيم المتكونة، والذي يعتمد بدوره على ثلاثة عوامل رئيسة هي متوسط سرعة الرياح، ومتوسط حجم الحبيبات المكونة للرمال، ودرجة فرزها.

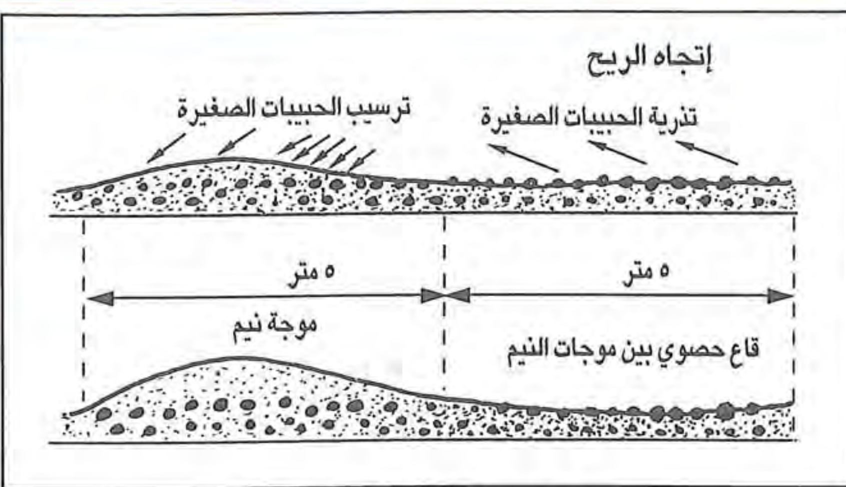
دلت التجارب العملية على أن هناك حداً أدنى لطول موجات النيم يتراوح بين ٤ متر إلى ٦ متر لكي يتسنى لهذه الموجات أن تنمو وتتحول إلى كثبان رملية، وهذا يتحقق فقط عندما تكون درجة التفاوت في حجم حبيبات الرمل عالية (سيئة الفرز).




● شكل (٢) تكون كثيب رملي نتيجة لوجود عائق

## نمو وحركة الكثبان

تتكون الكثبان الرملية ـ في مراحلها الأولى ـ بمجرد ظهور تجمعات رملية صغيرة الحجم خلف العوائق أو ظهور موجات من علامات النيم ذات طول موجي




● شكل (٣) آلية تكّون موجات النيم.

مناسب ( ٤ ـ ٦م) يسمح بتكونها . وتبدأ الكثبان في النمو والازدياد في الحجم من خلال ترسيب وتراكم حبيبات الرمال على جانبها المواجه لاتجاه هبوب الرياح (Windward Side) ، شكل ( ٤ ) ، حيث يتميز هذا الجانب بانحدار بسيط ويميل بزاوية تتراوح بين ٥ ــ ١٥ درجة عن المستوى الأفقي .

ومن جهة أخرى فإن الحبيبات التي لايجذبها ذلك الجانب تنساب مع الرياح وتنزلق على الجانب الآخر للكثيب المعاكس لاتجاه الرياح (Leeward Side) ، وتترسب عليه مكونة منحدراً شديداً ــ يسمى جانب الانزلاق ـ تتراوح زاوية ميله عن الأفقي بين ٣٠ إلى ٣٥ درجة ، وهي زاوية الاستقرار الطبيعية للرمال الجافة (Natural Angle of Repose of Sands) .

ومع زيادة تراكم الرمال يزداد ارتفاع الكثيب حتى يصل إلى حد معين يعتمد بصفة أساس على علاقة ثابتة بين طول موجة الكثيب الرملي وارتفاعه ، شكل (٥) ، وذلك حسب المعادلة التالية :

( $\frac{ل}{ع}$ = ١٧) ، حيث (ل) طول الموجة ، و (ع) ارتفاع الموجة ، وتسمى هذه النسبة بنسبة نضج الكثيب . وعندما تتحقق العلاقة المذكورة يتوقف الكثيب عن النمو ، وعندئذ تبدأ حبيبات الرمل في التدحرج إلى أعلى ـ بفعل قوة دفعها ـ على جانب الكثيب المقابل للرياح حتى تصل إلى قمته ، وهناك تسقط على الجانب الآخر له ، ومع استمرار هذه العملية في وجود إمداد رملي تحمله الرياح يتقدم وجه الكثيب المدابر لاتجاه الرياح إلى الأمام ، ومن ثم يبدأ الكثيب كله في التحرك والهجرة من مكان لآخر . وهكذا يستمر الكثيب في الحركة طالما لا يعترض سبيله نبات أو عائق آخر يتسبب في وقف الإمداد الرملي عنه ، وبالتالي يتوقف الكثيب عن النمو ، وتندفع الرمال المكونة لجانبه المواجه للرياح تدريجياً إلى الجانب الآخر ، وبذلك يقل ارتفاع الكثيب تدريجياً ويستطيل شكله ويتوقف عن الحركة ويظل في مكانه .

## أشكال الكثبان الرملية

تتشكل الكثبان الرملية في عدة أشكال مختلفة طبقاً للظروف السائدة في وسط الترسيب مثل اتجاه وسرعة الرياح ، وحجم حبيبات الرمل والكميات المحمولة منها ، وكثافة الغطاء النباتي بالمنطقة . ومن أهم أشكال الكثبان الرملية وأكثرها شيوعاً الكثبان الهلالية ، والطولية ، والمستعرضة ، والنجمية ، والمتسلقة والهابطة ، شكل ( ٦ ) ، ويمكن توضيحها كما يلي : ـ

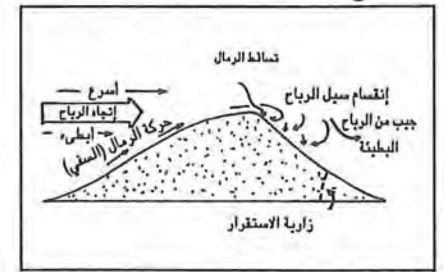
### ● الكثبان الهلالية

تتكون الكثبان الهلالية (Cresentic Dunes) ، ـ الكثبان البرخانية (Barachan Dunes) ـ على شكل هلال أو نعل حصان ، يشير طرفاه إلى اتجاه حركة الرياح ، شكل ، ويظهر جسم الكثيب محدباً في أعلى اتجاه حركة الرياح ومقعراً في اتجاه أسفله ، إضافة إلى أن الأوجه المقعرة تكون أشد انحداراً من الأوجه المحدبة .

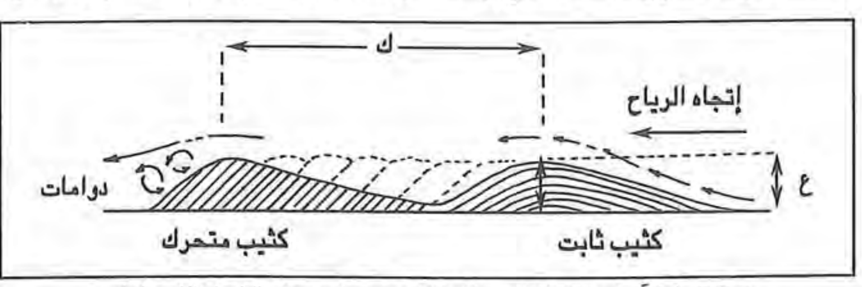
توجد الكثبان الهلالية بصفة أساس في المناطق المسطحة نسبياً والخالية من الغطاء النباتي ، ويكون مصدر الرمال فيها محدوداً ، ورياحها عادة معتدلة السرعة ومستمرة في اتجاهات محدودة وثابتة .

يبدأ تكوين الكثبان الهلالية عندما يبلغ الكثيب المستطيل نضجة ( أي يحقق نسبة $\frac{ل}{ع}$ = ١٧) ، ثم يتحرك في اتجاه الرياح السائدة ، وتكون أطراف الكثيب شكل (٦ـأ) أقل مقاومة للريح من وسطه ، لذا يمتد طرفاه إلى الأمام على هيئة جناحين إلى أن يصل طولهما وتقوسهما إلى درجة تحقق مقاومة للريح تساوي مقاومة الجزء الأوسط من الكثيب ، وعندئذ يتشكل الكثيب الهلالي أو البرخاني .

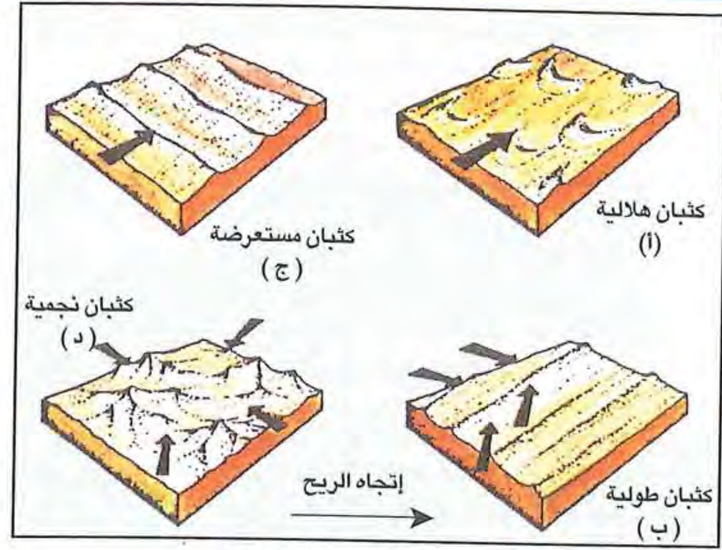
يتراوح ارتفاع الكثبان الهلالية بين متر واحد إلى ١٥ متراً ، وقد يصل أحياناً إلى ٢٠ م أو ٣٠ متر مثل كثبان الصحراء الغربية المصرية ، كما يتراوح عرض الكثيب عادة بين ٤٠م إلى ٧٠م ، وقد يصل في بعض الأحيان إلى أكثر من ١٥٠م ، وتهاجر الكثبان الهلالية



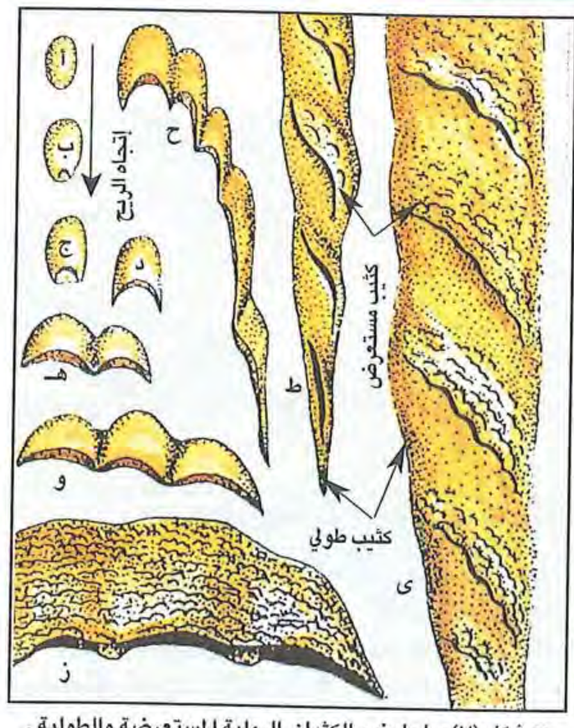

● شكل (٤)مكونات الكثيب الرملي .




● شكل (٥) آلية حركة الكثيب، والعلاقة بين طول موجته (ل) وارتفاعه (ع).




● شكل (٦) أشكال الكثبان الرملية.




● شكل (٧) مراحل نمو الكثبان الرملية المستعرضة والطولية.

في اتجاه الريح بمعدل سنوي يصل إلى ١٥ متراً.

تتشكل الكثبان الهلالية عادة في مجموعات كبيرة أو أحزمة تمتد في اتجاه الرياح السائدة، ولا توجد منفردة إلا نادراً، كما يظل شكل الكثيب متماثلاً عند ثبات اتجاه الريح، ومتفاوتاً في طول طرفيه عند تغير اتجاهها.

## ● الكثبان الطولية

تنتشر الكثبان الطولية (Longitdinal Dunes) - الكثبان السيفية (Sef Dunes) - في مناطق الصحاري المدارية التي تسود فيها الرياح التجارية مثل مناطق شمال أفريقيا والربع الخالي بالمملكة العربية السعودية، حيث توجد الكثبان على هيئة تراكمات مستطيلة أو رواب طويلة من الرمال، تمتد في اتجاه مواز لاتجاه الرياح السائدة في المنطقة، شكل (٦-ب).

تعد الكثبان الطولية أطول أنواع الكثبان الرملية قاطبة حيث يصل طولها عادة إلى ٥كم، كما يصل عرضها إلى عدة كيلو مترات، وارتفاعها إلى عدة أمتار، وقد يزيد ارتفاعها عن ذلك بكثير. فعلى سبيل المثال يصل ارتفاع الكثبان الطولية في الصحاري المغطاة بالرسوبيات النهرية لنهر الأموداريا (Amu-Darya) في وسط آسيا إلى ١٢ متراً، ومن ٤٠م إلى ٦٠م في صحاري كاراكوم (Kara - Kum) في وسط آسيا أيضاً، بينما يصل ارتفاعها في أجزاء من الشمال الأفريقي والجزيرة العربية وأواسط استراليا إلى حوالي ١٠٠م وأحياناً إلى ٢٠٠م، كما أنها تشكل - بعضها مع بعض - سلسلة من الكثبان يصل طولها إلى أكثر من ٣٥٠كم.

## ● الكثبان المستعرضة

تتشكل الكثبان المستعرضة (Transverse Dunes) على هيئة صفوف من التجمعات الرملية في اتجاه عمودي على اتجاه الرياح، شكل (٦-ج)، وتوجد هذه الكثبان بصفة أساس في المناطق الصحراوية الجافة التي تكثر فيها الرمال، ويقل أو ينعدم فيها الغطاء النباتي مع تغير اتجاه الرياح موسمياً إلى اتجاه عمودي على اتجاهها الأصلي، وتتوفر هذه الظروف عادة في المناطق الصحراوية التي تقابلها جبال عالية حيث تصطدم الرياح المحملة بالرمال بهذه الجبال وترتد مرة ثانية في اتجاه عكسي لاتجاهها الأصلي مرسبة بذلك حمولتها من الرمال على هيئة كثبان مستعرضة. ويوضح الشكل (٧)، مراحل نمو وتكون الكثبان الطولية والمستعرضة بدءاً من مرحلة البرخان.

## ● الكثبان النجمية

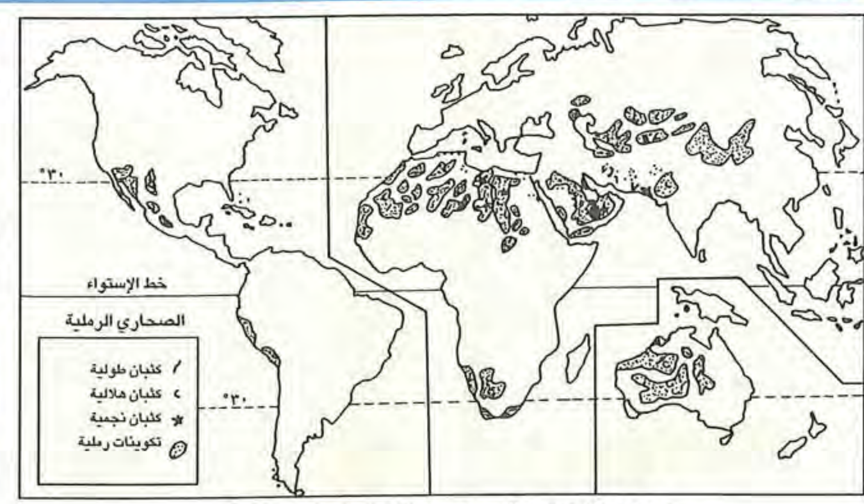
الكثبان النجمية (Star Dunes) عبارة عن كثبان رملية معزولة ذات شكل نجمي أو شعاعي، شكل (٦-د)، تتكون من سلسلة تلال رملية ملتوية ذات قمم حادة مجتمعة بعضها مع بعض لتكون قمة واحدة شامخة يصل ارتفاعها إلى أكثر من ١٠٠م. تكثر الكثبان النجمية في المناطق التي تهب فيها الرياح من كل جهة، مثل مناطق الرمال المغطاة ببعض النباتات في الصحاري غير المدارية

## ● الكثبان المتسلقة والهابطة

تنشأ الكثبان المتسلقة والهابطة (Climbing and Falling Dunes) عندما تعترض الميول الجانبية للتلال أو الجبال الرياح المحملة بالرمال فتقل سرعتها فجأة وتترسب الرمال الخشنة أولاً في اتجاه هبوب الرياح ثم الرمال، الأكثر نعومة في الاتجاه المعاكس. توجد الكثبان الرملية المتسلقة والهابطة في كثير من مناطق المملكة مثل وادي ديراب جنوب الرياض، كما توجد بمنطقة الزاوية غرب طرابلس بليبيا، وصفاقس بتونس.

## الكثبان الرملية في العالم

هناك العديد من الكثبان الرملية التي تتراكم، وتشغل مساحات شاسعة في أماكن كثيرة من العالم، شكل (٨)، ومن أشهرها الكثبان الرملية في صحراء الربع الخالي بالمملكة (٣٥٠ ألف كم٢)، وكثبان




● شكل (٨) توزيع الصحاري والكثبان الرملية في العالم.

رجستان بإيران ( ٤٠ ألف كم٢) ، وكثبان صحراء تكلا (٢٧١ ألف كم٢) في شرق وسط أسيا ، وكثبان الصحاري الرملية الشاسعة في شمال غرب استراليا (٣٠٠ ألف كم٢) ، والكثبان الرملية التي تغطي ٢٠٪ من مساحة الصحاري الكبرى في أفريقيا مثل كثبان دهناء مُرْزُق في ليبيا ، والعرف الغربي والشرقي في الجزائر ، وكثبان ناميب في ناميبيا .

## الكثبان الرملية في المملكة

تعد الصحراء الواسعة المترامية الأطراف في الشمال والشمال الشرقي من المملكة منشأ الرمال نظراً لتجرد وتعري الطبقة السطحية لهذه الصحراء من الغطاء النباتي بفعل الفلاحة والرعي والعوامل الجوية المختلفة الأخرى .

تعمل الرياح التي تهب باستمرار وخاصة في فصل الصيف من الناحية الشمالية والشمالية الغربية على نقل وتجميع كميات كبيرة من الرمال ثم تحركها نحو الجنوب مكونة بذلك صحاري النفود والدهناء ، والجافورة ، والربع الخالي ، شكل (٩) ، حيث تشكل هذه الصحاري الرملية حوالي ٤٠٪ من مساحة المملكة .

تعد صحراء الربع الخالي من أكبر البحار الرملية المتصلة (Sand Seas) في العالم حيث تزيد مساحتها كما ذكر سابقاً عن ٣٥٠ ألف كم٢ ، وتتصل الكثبان الرملية في الربع الخالي بصحراء النفود الكبرى عن طريق شريط صحراوي هو نفود الدهناء .

كما يوجد بالمملكة العديد من الكثبان الرملية صغيرة الحجم مثل نفود العريق ، ونفود السر ، ونفود الشقيقة ، ونفود الدحي .

## الآثار البيئية للكثبان

على الرغم من الفوائد الاقتصادية الهامة للكثبان الرملية مثل خلط رمالها بالتربة الزراعية الطينية لزيادة نفاذيتها وبالتالي خصوبتها ، واستخدامها ( الكثبان الرملية البيضاء ) في صناعة الزجاج ومواد البناء ، إضافة إلى أنها تعمل كمستودعات لخزن مياه الأمطار في المناطق الصحراوية الساحلية للاستفادة منها في فترات الجفاف ، إلا أن لهذه الكثبان أخطاراً كثيرة تتمثل في تحركها المستمر وزحفها الدائم على القرى والمدن والأراضي الزراعية والطرق ومصادر المياه ، كما أنها تسبب الكثير من حوادث السير ، وحجب الرؤيا مما يؤدي إلى إغلاق المطارات وتلوث الجو وغيره من المشكلات الأخرى .

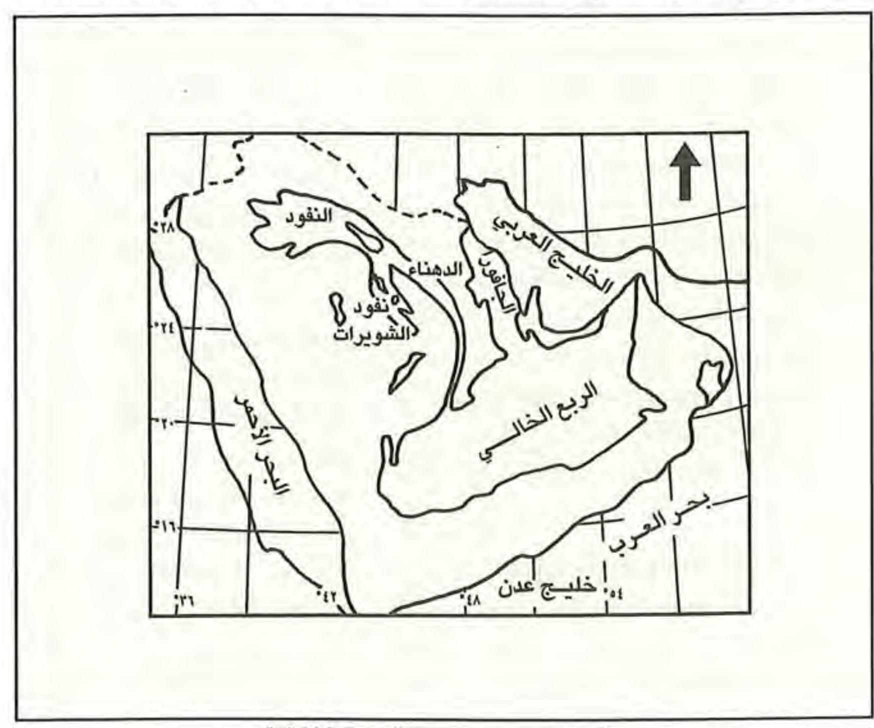
## طرق تثبيت الكثبان

هناك العديد من الطرق المستخدمة في تثبيت الكثبان الرملية وذلك للحد من زحفها ودرء أخطارها ، ويعتمد ذلك بصفة أساس على معرفة اتجاه الرياح وبالتالي الاتجاهات المناسبة لإقامة العوائق أو الحواجز التي تكسر قوتها وتقلل من سرعتها وتمنع الرمال من الانجراف والحركة معها . ومن أهم طرق تثبيت الكثبان الرملية ما يلي : ـ

### ● الطرق الغطائية

تتمثل الطرق الغطائية (Physical Methods) في تثبيت جوانب وأسطح الكثبان الرملية خاصة المقابلة للرياح ، وبالتالي إيقاف حركة حبيبات الرمل وزحفها أو تطايرها من مكان لآخر ، ويتحقق ذلك بعدة وسائل منها : ـ

١ ـ رش الزيت الخام على الكثبان الرملية بعد




● شكل (٩) توزيع المناطق الرملية في المملكة.

تسـويتهـا ، حيث يبقـى تأثيره إلى مـدة أربع سنوات تقريباً .

٢ـ رش الأسفلـت على أسطح الكثبان الـرملية على هيئـة قطـاعات متـوازيـة في عكس اتجاه الـرياح ، وتتميـز هذه الـوسليـة بطول مـدة تأثيرها التي قد تصل إلى خمس سنوات .

٣ـ تغطيـة الكثبــان بخليط ( عجينـة ) من الأسمنت والــــرمـل بنسب ١ : ٥ ، أو مـن الحصى والطين بنسب ٢:١ ، وتتميـز خلطـة الحصى والطين بـانخفاض تكلفتهـا مقارنـة بالوسائل الغطائية الأخرى .

## ● الطرق الزراعية

تتمثل أهم الطـرق الزراعية التـي تستخدم في تثبيت الكثبان الـرملية والحد من حـركتها في الآتي :ـ

١ـــ استعمال بعض المواد النبـاتية الجافـة ـ مثل جـريد النخـل وأعواد القصب ، وجـذوع وأغصــان الأشجـار ـ كعـوائق ( مصـدات ) أمام زحف الـرمال ، أو وضعها فـوق الكثبان للإقلال من حركة حبيباتها .

٢ـــ تعشيب الكثبـان وزراعتهـا بالنبـاتـات الحولية الصغيرة وحماية الغطاء النباتي لها ، حيث تعمل سيقـان النبـاتـات وأوراقهـا على تماسك حبيبات الرمل وعدم حركتها .

٣ـ زراعة أشجار كبيرة ومعمرة داخل مناطق الكثبان الرملية وعند حدودهـا المقابلة للرياح للحد من سرعتها ، ومن ثم الإقـلال من حركة حبيبات الرمل وزحفها من موضـع لآخر .

## ●الطرق الميكانيكية

من أهم الطرق الميكانيكيـة المستخدمة في وقف وتثبيت زحف الرمال مايلي :ـ

١ـ نقل الرمال المتراكمة ـــ بوساطة الآليات ـ حول بعض المرافق الهامـة محدودة المساحة مثل عيـون الماء ، والمصـانع ، والمنـازل ، ومحطـات الميـاه والكهربـاء ، إلا أنـه يصعب تطبيق هذه الـوسيلة على نطاق واسـع خـاصة عند تـراكم كميات كبيرة من الرمـال أو تكرار حدوثها .

٢ـ حفر خنـادق على اسطح الكثبان في اتجاه عمودي عليهـا أو موازي لها وذلك للحـد من تدفقها وتثبيت أطرافها .

٣ـ إنشاء حواجز صناعية بعيدة عن المناطق المراد حمايتهـا وذلك لـلإقـلال من حـركـة الرياح وسرعتها حتى تـرسب حمولتها بعيداً عن هذه الأماكن .

## تثبيت الكثبان بالإحساء

تقع المملكـة ضمن نطـاق الصحـاري المدارية مما يجعلها تعاني من مشكلة زحف الرمـال المتحركـة التي تفاقمـت خطورتها ، وأصبحت تهدد بزحف الصحراء على مناطق زراعيـة كثيرة . يشكل زحف الـرمـال على واحة الإحسـاء أحد الأمثلـة البارزة لـزحف الرمـال بالمملكـة، حيث تقـدر كمية الـرمال التي تنقلهـا الـريــاح الشماليـة الغـربيـة وتترسب على المنطقة بحوالي ٢٣٠,٠٠٠م٣ ، تـزحف بمعـدل سنـوي مقـداره ١٠ أمتـار لتغطي ما يقرب من ١٠ هكتارات (٢٠فدان ) من الأراض الزراعيـة بالواحة كل عـام ، مما يشكل خطـراً على الـرقعـــة الـزراعيـة بتلك المنطقة ، بـالإضافـة لذلـك فقد طمـرت هذه الـرمال الـزاحفـة قرى بـأكملها مثل قـرى الـواسط والناظـرة والكلابيـة القديمـة كما غطت مـدنـاً أخـرى مثل مـدينـة جواثـا التي كانت عـاصمة الإحســـاء أيـــام الرسول ﷺ .

ولمجـابهة زحف الكثبان الـرملية على واحــة الإحســاء ، ودرءاً لــلأخطــار والخسائر النـاجمة عن ذلك ، فقد صدر قـرار معـالي وزيـر الـزراعـة والميـاه في عـام ١٣٨٢هـــ بإنشـــاء مشروع حجـز الـرمـال بالإحساء .

يقع المشروع في الجهــة الشماليـــة الشرقية من الواحة ، وعلى بعد ٢٠ كم من مـدينــة الهفـوف ، شكـــــل (١٠) ، ويتكون من خمسة مصــــدات تبلغ مساحتها الإجمالية حوالي ٤٥٠٠ هكتار . يبلغ طول المصد الأول حوالي ٢٠ كم ، ويتراوح عـرضه مـا بين ٢٥٠م إلى ٧٥٠م ، ويمتد الجزء الرئيس منه على امتداد الجهة الجنوبية لحقل الكثبان الرملية ، بينما يمتد الجزء الآخر على امتـداد سبخة الأصفر مكوناً بذلك حرف « ل » .

تقع المصـدات الأربعة الأخـرى موازيـة للجزء الـرئيس من الحاجز الأول ومتعـامدة على اتجاه الرياح السـائدة في المنطقة ، ويبلغ طول كل منها حـوالي ٥ كم ، وبعرض يتراوح بين ٤٠٠م إلى ٦٠٠م .

حقق مشروع حجـز الـرمـال بمنطقـة الإحسـاء كثير من الإيجابيـات منهـا إنقـاذ وحماية الكثير من القرى التـي كانت مهددة بـالانطمار تحت الرمـال الـزاحفة ، وزيـادة الرقعـة الزراعيـة بدلاً من نقصهـا ، وإحياء عدة مناطق أثرية مثل قـرية جواثا ، وإنشاء غابة بالمنطقة بها أكثر من ٧ ملايين شجرة ، وأخيراً تحويل المشروع إلى منتـــزه عـــام للمواطنين .




● شكل (١٠) مراحل تثبيت الكثبان الرملية في الإحساء.





# الكهوف

الكهوف عبارة عن تجاويف طبيعية في الأرض تشمل كل الفجوات تحت الأرضية عدا المناجم والأنفاق التي من صنع الإنسان . ويعني ذلك أن التجاويف الصغيرة في الصخور المدفونة بعمق داخل الأرض والقنوات الطبيعية المليئة بالمياه وكذلك المغارات تعد من ضمن الكهوف .

يطلق على مجموعة التجاويف الأرضية الطبيعية المتصلة بعضها ببعض عن طريق منافذ ومداخل صغيرة اسم منظومة الكهوف (Cave System) ، كما يطلق اسم منظومة الكهوف كذلك على الكهوف المتجاورة التي ليست بالضرورة متصلة بعضها مع بعض في الوقت الحاضر فقد يكون هذا التواصل سائداً أثناء تكوّنها في الماضي.

د . يوسف حسن يوسف    د . عبد العزيز بن عبد الله اللعبون

يعد علم الكهوف (Speleology) أحد علوم البيئة التي تعنى بالكهوف وكيفية تكوينها وغيرها ، ويشتمل على عدد من الفروع . مثل جيولوجيا الكهوف (Cave Geology) ، وهيدرولوجيا الكهوف (Cave Hydrology) وعلم إنسانيات الكهوف (Cave Anthropology) ، وعلم الكهوف الإحيائي (Cave Biology) .

على الرغم من تدخل الإنسان في إيجاد مداخل لبعض الكهوف أثناء عمليات التعدين والبحث عن الآثار وغيرها ، إلا أن أغلب الكهوف لها مداخل طبيعية تختلف باختلاف تكوينها . وهي تتراوح بين المداخل الضيقة المتعرجة إلى المداخل الواسعة ، كما أنها قد تمتد إلى الداخل أفقياً لمسافات طويلة أو تتدرج لأعلى أو أسفل أو تنزل بانحدار شديد لمسافات طويلة . ويختلف شكل الكهوف من الداخل ، حيث يشكل بعضها دهاليز أفقية متصلة بحفر رأسية وتجاويف كبيرة . وقد تنتهي الكهوف في الغالب بوجود المياه على هيئة أنهر صغيرة أو شلالات أو بحيرات .

توجد الكهوف في أماكن عديدة من الكرة الأرضية ، تتراوح ما بين المناطق الصحراوية إلى المناطق الباردة والاستوائية خاصة في أوربا التي تكثر فيها الكهوف الجيرية .

تلعب الكهوف دوراً رئيساً في حياة الإنسان ، فقد اتخذها منذ القدم مكاناً آمناً يحميه من الحيوانات المفترسة ومن برد الشتاء القارس . وقد وردت قصة الكهف في القرآن الكريم كمكان لجأ إليه المؤمنون فراراً من بطش الحكام الكافرين في ذلك الوقت . وقد كشفت الدراسات الأثرية عام ١٩٣٦م في كهف استيركفتنين (Sterkfontein) بالقرب من جوهانسبيرج بأفريقيا عن أقدم أثر للإنسان حتى الآن حيث يعتقد ــ حسب التحاليل لتقدير العمر باستخدام النظائر المشعة ــ أن عمر الإنسان الأول يصل إلى مليون عام ، والله أعلم .

كذلك لايمكن إهمال دور الكهوف في الحياة البيئية الحاضرة لما لها من أثر كبير على المناطق الحضرية والبدوية والزراعية وغيرها ، ونظراً لأن أغلب سطح الكرة الأرضية مغطى بالعديد من الكهوف فلابد من معرفة أماكنها ونوعها وحجمها وأخطارها المحتملة قبل التفكير في أي من المشاريع العمرانية والزراعية وغيرها .

## أنواع الكهوف

تتكون الكهوف بعدة طرق وذلك حسب نوع الصخور المتحدرة منها والزمن . وبصفة عامة تنقسم الكهوف إلى نوعين رئيسين هما الكهوف الأولية والكهوف الثانوية ، وذلك كما يلي :ــ

### ● الكهوف الأولية

تنقسم الكهوف الأولية حسب طريقة تكوينها إلى نوعين هما :ــ

* **الكهوف البركانية** : وهي كهوف تكونت أثناء تعرض الصهير الصاعد من البراكين إلى البرودة ، وهي عبارة عن اسطوانة متفرعة تمتد وتتشكل حسب الكيفية التي صعد بها الصهير من مصدره ــ الغلاف الواهن من طبقة الوشاح العلوي ـ إلى سطح الأرض ، وفي العادة يمكن الدخول إلى هذه الكهوف عن طريق ثقب يحدث في السقف العلوي بوساطة الانهيارات الأرضية أو عوامل التعرية .

توجد داخل الكهوف طرق على شكل ممرات ملساء أسطوانية الشكل متداخلة فيما بينها ، وهي عبارة عن طرق تكونت بعد تعرض الصهير الخارج إلى السطح إلى البرودة في مكانه ، وقد توجد في أماكن أخرى من سقف الكهف صخور مغلفة بالصهير على شكل نتوآت تختلف في الحجم والشكل تبعاً لقوة اندفاع الصهير وحجمه . كذلك تتخلل ممرات الكهوف تضاريس مختلفة ناجمة عن سقوط صخور متصلدة من أسقف الكهف . وقد تعوق هذه الصخور حركة السير داخل الكهف ، كما أنها قد تعمل على انسداده في بعض الأحيان .

ورغم أن قوة اندفاع الصهير إلى الخارج وتصلده بعد البرودة قد تكون عاملاً أساساً في تكّون الممرات والدهاليز التي تكون الكهوف ، إلا أن اندفاع الغازات الحارة في أحيان أخرى قد تشكل ضغطاً شديداً يؤدي إلى فتح الممرات داخل الكهوف .

ويمكن أن يتخلل أنابيب الصهير المكونة للكهوف بعض مواد الصهير العالقة فوق السقف على شكل هوابط (Stalactites) شبيهة بالهوابط الناجمة عن ترسب

كربونات الكالسيوم ، وذلك نتيجة لتساقط قطرات الصهير من السقف إثر تعرضه للبرودة أو لإذابة صخور السقف بفعل الغازات الحارة .

تمتلئ أنابيب الصهير في كهوف المناطق المعتدلة الباردة بالثلوج بفعل الهواء البارد ودرجات الحرارة المنخفضة مع وجود المياه



● الصواعد والهوابط

مكونة أسطحاً ثلجية مزلقة (Skating rinks) فوقها رواسب ثلجية متبلرة . وقد تكتسب فجوات هذه الكهوف ألواناً زاهية مختلفة بسبب تبقعها ببعض العناصر الفلزية .

توجد الكهوف البركانية على امتداد الحقول البركانية في جميع أنحاء العالم التي لم تتعرض لعوامل التعرية الشديدة مثل شمال غرب الولايات المتحدة ، ويمثل كهف كوفا لوس فيردس (Gueva de los Verdes) بجزر الكناري أكبر الكهوف البركانية حيث يبلغ طوله ٦,١ كم . أما أهم مناطق الكهوف البركانية الأخرى في العالم فيقع في أيسلندا ، اليابان ، المكسيك ، كينيا ، وجزر هاواي .

* **كهوف الشعب المرجانية والأحجار المسامية :** وتنجم عن التوسع المستمر واندماج المستعمرات المرجانية في المياه الدافئة الضحلة حيث تتكون فجوات بين الجدران المنتفخة أو اللزجة للأحياء البحرية ثم تتعرض لقوى الموج الساحلية التي تعمل على تجويتها بتوسيع الفجوات وتغيير شكلها ، بعدها تتعرض هذه الفجوات إلى عمليات طمر مستمرة بسبب ترسب فتات الصخور لمدة طويلة لتكون في النهاية أغواراً تزخر بالأحياء البحرية المتحللة وبعض المياه والوحل لتشكل فيما بعد مخزناً للمياه الجوفية والبترول .

من جانب آخر ينجم عن تعرض مياه الأنهار الغنية ببيكربونات الكالسيوم $[Ca(HCO_3)_2]$ لأجواء حارة جافة أو استوائية إلى سرعة ترسب كربونات الكالسيوم ومواد أخرى مشكِّلة أحجاراً مسامية تسمى التوفا (Tufa) حيث تؤدي عمليات التهوية (Aeration) إلى سرعة التبخر ونزع ثاني أكسيد الكربون من أملاح بيكربونات الكالسيوم ، كما تشكل المواد النباتية مادة تترسب حولها كربونات الكالسيوم فور تكونها .

بعد ذلك تضرب المياه المشبعة بكربونات الكالسيوم في شكلها الجديد (التوفا) شواطئ اليابسة لترسبها حول جدران المنحدرات والوديان مكونة أغطية أو أسقف على شكل مظلات تحتضن بداخلها كهوف صغيرة .

ومن أشهر كهوف التوفا كهوف موني فولز (Mooney falls) بأريزونا في الولايات المتحدة الامريكية وكهوف قوكتيك جورج (Gokteik George) في بورما .

## ● الكهوف الثانوية

الكهوف الثانوية : كهوف نشأت بعد تكون الصخور التي توجد فيها سواء كان ذلك بطرق ميكانيكية أو طرق كيميائية مثل الإذابة الكيميائية للصخور . ومن أهم أنواع الكهوف الثانوية ما يلي :-

* **كهوف ميكانيكية المنشأ :** هي كهوف تكونت نتيجة للحركات التكتونية مثل الزلازل ، التداخلات (Intrusions) والطي والتصدع والانخسافات ، وزحف الصخور، وزحف الجليد والانهيارات الصخرية والجليدية وغيرها من التحركات الميكانيكية للمادة المسببة لتكوّن فجوات داخل سطح الأرض .

تعمل الانهيارات الأرضية على تكوين شقوق رأسية ذات جلاميد صخرية سرعان ما ينفصل بعضها عن بعض بفعل دورات إذابة الجليد وكذلك بسبب تعرضها للرواسب الجليدية مكونة كهوف كبيرة بين تلك الجلاميد . ومن أمثلة هذا النوع من الكهوف مجموعة كهوف منتزه يوساميتي الوطني (Yosemite National Park) بولاية كاليفورنيا في الولايات المتحدة .

تلعب المياه المندفعة إلى شواطئ الأنهار والبحار دوراً فاعلاً في تكوين الكهوف الثانوية ، وذلك لأن الأمواج المندفعة بشدة تعمل على تفتيت الصخور وتكوين أخاديد وقنوات سرعان ما تكبر في حجمها لتكوين كهوف عند شواطئ الأنهار والبحار ، ومن أمثلة هذه الكهوف كهوف البحر الميت بالأردن والكهوف الموجودة على شواطئ نهر كلورادو بالولايات المتحدة .

تعمل بعض الكائنات على إحداث ثقوب في الأراضي الواقعة على شواطئ البحار لتفسح المجال لبعض التفاعلات الكيميائية والفيزيائية لتزيد من حفر ونخر الشواطئ البحرية مكونة بعض الكهوف . ومن أمثلة الكهوف المتكونة بهذه الطريقة كهوف شواطئ كابري (Capri) بإيطاليا . وكهوف شواطئ بحر لاجولا (La Jolla) بكاليفورنيا في الولايات المتحدة .

* **كهوف الإذابة :** وتعد من أكثر أنواع الكهوف انتشاراً ، وهي تنشأ عن إذابة مكونات صخور المنشأ التي تم إضعافها بفعل عوامل التعرية المختلفة .

تعد عملية إذابة صخر المنشأ وتكوين تجاويف على شكل كهوف عملية معقدة ولكنها في أبسط صورها تتمثل في إذابة أوجه الصخر عند تعرضها لمياه الأمطار المحتوية على ثاني أكسيد الكربون وبعض الأحماض ، يلي ذلك تغلغل المياه المذكورة داخل حبيبات الصخر المنفصلة عن الصخرة الأم وإذابة الجزء القابل للإذابة مثل صخور الجير والدولوميت والجبس والمتبخرات واللامائيات (Anhydrites) . ورغم أن الكهوف الناجمة عن التفاعلات المذكورة يجب أن يسبق تكونها وجود عوامل مساعدة لتكسير الصخور مثل عوامل التهوية والتعرية الميكانيكية ، إلا أن وجود الماء بمكوناته المذكورة يعد العامل الأكثر أهمية في ازدياد حجمها حتى تصل إلى كهوف كبيرة .

وباستثناء صخور المتبخرات والجبس واللامائيات فإن عملية إذابة الصخور الجيرية تعد أهم التفاعلات الكيميائية المؤدية لتكوين هذا النوع من الكهوف .

تتكون صخور الجير بصفة أساس من

كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) ، وعند مرور المياه المحتوية على ثاني أكسيد الكربون خلالها فإنها تتفاعل معه مكونة بيكربونات الكالسيوم $Ca(HCO_3)_2$ التي تذوب في المياه وذلك حسب المعادلة الآتية :

$$CaCO_3 + CO_2 + H_2O \rightleftharpoons Ca(HCO_3)_2$$

وبتوالي مرور المياه المحتوية على ثاني أكسيد الكربون فإن حجم صخر كربونات الكالسيوم يأخذ في التناقص تاركاً فجوات كبيرة الحجم تتطور فيما بعد إلى كهوف .

غير أن التفاعل المذكور يمكنه أن يكون تفاعلاً عكسياً حيث يمكن لبيكربونات الكالسيوم أن تتحول من الطور المذاب إلى الطور المترسب بعد تشبع الصخور الجيرية بثاني أكسيد الكربون ، عندها يتجه التفاعل إلى الجهة اليسرى فتترسب كربونات الكالسيوم على شكل هوابط (Stalactites) .

كذلك يؤدي ارتفاع درجة الحرارة إلى انخفاض كمية ثاني أكسيد الكربون في المياه ، وعليه فإن دخول مياه باردة في الشتاء إلى داخل المغارات ذات درجة الحرارة العالية يعمل على زيادة كمية ثاني أكسيد الكربون وبالتالي إذابة الصخر الجيري مرة أخرى .

تعمل الأحماض الطبيعية الأخرى مثل حامض الكبريت والأحماض العضوية على إذابة صخور الجير والدولوميت ، أما الجبس فإن وجود المياه فقط كفيل بزيادة إذابته عن طريق تحويله من جبس لامائي ($CaSO_4$) إلى جبس مائي ($CaSO_4 . 2H_2O$) ، كذلك يعمل الجبس المائي على تكسير الصخر بسبب زيادة الحجم الناجم عن تكوينه ، وبذلك تتعرض الصخور لعملية تعرية فيزيائية .

يمكن لبيكربونات الكالسيوم المذابة في الماء أن تترسب في سقف الكهف على هيئة كربونات كالسيوم مكونة هوابط (Stalactites) ، وذلك عندما تتهيأ ظروف تكوينها المذكورة سابقاً . ويستمر نمو الهوابط بتكرار تعرض المياه إلى السقوط حتى يتكون عمود من كربونات الكالسيوم - يبلغ قطره في العادة ٦ ميلمترات - يسمح بمرور المياه ومكوناتها المذابة .

وعندما تصل المياه ومكوناتها إلى سطح الكهف فإن هبوطها التدريجي على شكل قطرات (Drops) يهيىء الظروف لترسيب كربونات الكالسيوم على شكل صواعد (Stalagmites) وبمرور الزمن يمكن للصواعد والهوابط أن يلتحما لتكوين عمود (Column) يمتد من سقف الكهف إلى أسفله . وقد يختفي هذا العمود بفعل الإذابة مرة أخرى أو التكسير بسبب الزلازل وغيرها .

## كهوف الرياض

أدى وجود رمال حمراء داخل جبل في حي النفل بشمال الرياض إلى دراسة الكهوف في منطقة الرياض الكبرى والمناطق المحيطة بها من وادي حنيفة غرباً حتى سلسلة الجبيل - السلي ( جبل هيت ) شرقاً ، ومن عرق بنبان وخشم الثمامة شمالاً إلى الحائر والخرج جنوباً .

تتكون المنطقة بشكل عام من وحدات صخرية تعرف جيولوجياً بالمتكونات ، وهي الجبيلة والعرب وهيت والسلي واليمامة ، كما تتغطى أجزاء كبيرة من المنطقة بصخور فتاتية حديثة هي عبارة عن كثبان رملية ورواسب أودية تتكون من صخور وحصى ورمال وغرين وطين .

تختزن امتدادات هذه الصخور الجيرية - خاصة متكون العرب - كميات هائلة من النفط في أكبر حقوله في العالم ، وهو حقل الغوار والعديد من الحقول الأخرى في المنطقة الشرقية .

### ● التتابع الطبقي لمنطقة الرياض

يتكون التتابع الطبقي لمنطقة الرياض من الأقدم إلى الأحدث من المتكونات الطبقية الآتية :

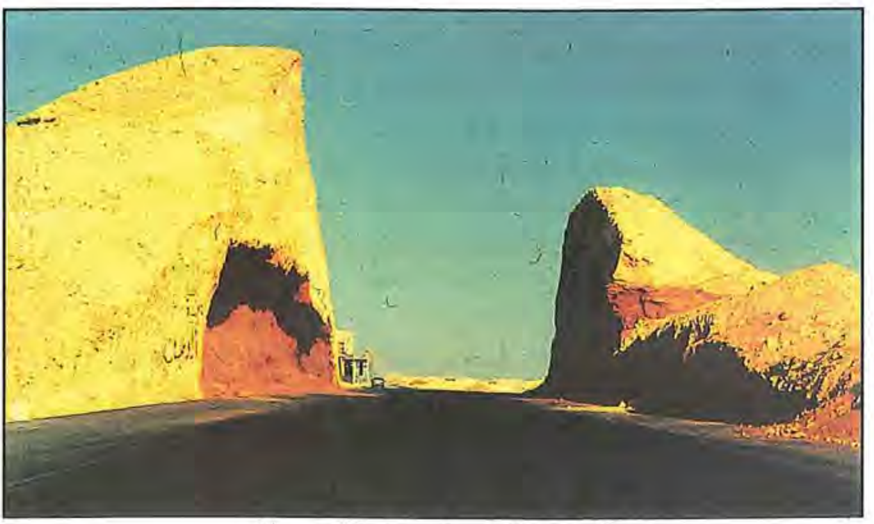
* **متكون الجبيلة** : عبارة عن صخور جيرية طبقية متماسكة متوسطة القساوة إلى قاسية وردية فاتحة اللون تتخللها الأودية والشعاب العميقة نسبياً كأودية حنيفة والعمارية ووبير والقدية ونمار وشعاب لحي وبعيجاء . وتقع على هذه الصخور مدينة الجبيلة وكذلك الدرعية وعرقة والعديد من أحياء الرياض الغربية كأحياء لبن والعريجاء والبديعة والشفاء .

* **متكون العرب** : ويتكون مما يلي : -

- **عضو العرب** : وتمثله الصخور الجيرية لأسفل متكون العرب ويستقر فوق صخور متكون الجبيلة ، ويظهر ذلك عند حواف الوديان . ولم تتأثر صخور هذا العضو كثيراً بالتشوهات والتهشمات التي حصلت في الصخور التي تعلوه إلا أنه لم يعثر على أثر لصخوره من اللامائيات (Anhydrites) لذا اعتبرت الصخور الجيرية لهذا العضو وحدة بذاتها . تتراوح سماكتها بين ٢٧ متراً جنوب الرياض إلى١٢ متراً إلى الشرق من الحائر .

- **معقد المهشمات السفلي وعضو العرب - ج** : عبارة عن وحدة صخرية تكونت نتيجة ذوبان لامائيات عضو العرب وتهشم ما يعلوها من صخور عضو العرب - ج ، وتتراوح سماكتها بين ١٣ متراً في منفوحة إلى ٢٥ متراً إلى الشرق من الحائر .

- **معقد المهشمات العليا** : عبارة عن وحدة صخرية من مشهمات صخور أعضاء



● كهف النفل بمدينة الرياض

لعرب ـ ب ، والعرب ـ أ ، وجزء من الصخور السفلى لمتكون السلي المتساقطة والمهشمة .

* **متكون السلي :** ينقسم إلى قسمين علوي وسفلي حيث يتكـــون الجزء السفلي مـن طبقات جيرية متداعية مكسرة مختلطة من صخور مهشمات خشنة من متكوني هيت والعرب.

## ● أسباب تكون كهوف الرياض

تهيء جيولـوجية المنطقـة وطبيعة صخـورهـا التي تتكون أصلاً من طبقـات متبادلة من أحجار جير ولا مـائيات الفرصة المنـاسبة لتكون الكهـوف والمغـارات التي عملت عوامل التعـرية السطحية والجوفية على تطويـرها ، وهـذا ما يمكن مـلاحظته في منطقة الريـاض من تلال متموجـة متناثرة متميزة بمغـاراتها وكهوفها وأقـواسها ، كما في جبل أبـو مخروق ومن خـلال ما تشقـه الطـرق في هــذه التــلال وفي شمال شرق الـريـاض من كهوف في بنبـان منهـا كهف الشيوخ . أما في شرق الرياض وجنوبها فإن الخسوف كثيرة جداً ومنها دحل هيت .

ولما كـانت الظروف المنـاخية للمنطقـة صحراوية جافة وتنتشر فيهـا الكثبان الرملية وتنشط فيها الرياح والعواصف الفصلية فإن كميـات كبيرة من الرمـال علت تلال المنطقـة وتـرسبت في منخفضاتها وبين تـلالها بشكل موسمي . لـذا فقد وجـدت الرمال طـريقها إلى مغارات وكهـوف وشقوق الصخـور الجيرية لمتكون العرب أسفل السلي .

## ● أنواع كهوف الرياض

من خـلال دراسـة كهوف الـريـاض من حيث وجود الـرمال فيها تبين أن هنالك ثـلاثة أنواع من هذه الكهوف هي : ـ

* **كهـوف ومغارات فـوق سطح الأرض :** وهي خـالية لاتحتـوي على رمـال فقـد تم إزالتها بالرياح ، وهي نوعان هما : ـ

ـ **مغارات مفتـوحة :** مثل جبل أبو مخروق بالملز .

ـــ **مغارات مكشـوفـة :** مثل كهـوف بنبان ومنها غار الشيوخ .

* **كهوف ومغارات عنـد سطح الأرض أو قريبـاً منه :** وتحتوي على رمـال محصورة بداخلها ومنها كهوف أحياء النفل والربيع .

* **كهوف ومغـارات تحت سطح الأرض :** وتحتوي على رمـال أو خاليـة من الـرمال ، وهي نوعان هما : ـ

ـ **مغارات فوق منسوب المياه السطحية :** وهــذه قــد تحتـوي على رمـــال لاتــزال محصــورة فيهـــا ، مثل منطقــة جنـــوب المغرزات .

ـ **مغارات تحت منسـوب المياه السطحية والجوفية الجارية :** وقد تكون المياه أزالت ما بالكهوف والمغارات من رمال مثل منطقة جنوب الرياض والحائر .

## ● رمال كهف النفل

دلت الـدراسات التفصيليـة لجميع مـا تحتـويـه الـرمـال مـن تـراكيب بنـائيـة ، ورسـوبيـة وحيـاتيــة ، ومـا للخصـائص الطبيعيـة للـرمل وعــلاقتهـا بـالصخـور الجيرية المحيطيـة بها على أن هناك تشـابهاً كبيراً في الخصـائص الصخـريـة لحبيبـات رمل كهـف النفل والكهـــوف المجـــاورة وحبيبات رمل الكثبـان الرملية في المعيـزيلة وعرق بنبان القريبة من المنطقة .

## ● مراحل تكون الرمال في الكهوف :

مرت الرمـال المحصورة بين التلال وفي الكهـوف والمغارات بمـراحل رئيسة ثـلاث كما يلي :

* **المرحلـة الأولى :** هي ذوبـــان صخـور اللامائيات لمتكون هيت وطبقات اللامائيات التي تفصل بين طبقـات الصخور الجيريـة لمتكـون العـرب ، وكـــذلك بعض الصخــور الجيريـة لمتكـون العـرب والسلي . ونتيجـة لـذوبـان هـذه الصخـور تهشمت طبقـات الصخـــور الجيريـة وتـــراكمت بشكل غير منتظم بعضهـا فوق بعـض على هيئة تـلال تتخللهـا الفـراغـات والفجـوات والمغـارات والكهوف .

* **المرحلـة الثانيـة :** تعـرضت المنطقـة ـ ولازالت ـ لـرياح وعواصف فصلية شـديدة نقلت معهـا كميات من الـرمال من الكثبـان الرملية القريبة والممثلـة بعرق بنبان ورمال المعيـــزيلـــة وألقت بها بين التـــلال وعلى سفوحها وسدت كهوفها ودخلت مغارتها .

* **المرحلـة الثـالثـة :** عملت التعـريـة والتجـويـة على حبس بعـض الـرمـــال في المناطق التي سبق أن تجمعت بها أو دخلتها . فقد شكلت الـرواسب الفتاتية المتسـاقطة من التلال ومـا جرفته الأمطـار من صخور وأتـربة غطـاء فـوق الـرمال المتجمعـة بين التلال وعند مداخل الكهوف .

أمـا بالنسبـة لحصر رمـال كهف النفل بداخله ـ وربما جميع الكهوف المشابهة له ـ ، فهي حالة أكثر تعقيداً ، إذ ـ بالإضافة إلى المراحل الثلاث المذكورة أعلاه ـ دخل عنصر آخـر أدى لا إلى حفظ الـرمـال داخل الكهف فقط بل و « كبسها » بداخله .

تمت عمليـة ترسيـب الرمـال على فترات تخللهـا ترسيب أنـواع متعاقبـة من الرمـال منها النـاعم جداً الـذي ذرته الـرياح ذرواً ، ومنهـا الأخشن وهو مـا حملته العـواصف من الـرمال حملاً ، وكـذلك ما جـرفته ميـاه الأمطار من صخور من أعـالي التلال جرفاً . وهذا ما يـلاحظ من تنوع في صخور الكهف وطبيعة تطبقها .

وأثناء ترســيب الرمال كـانت تتـداعى مـن الجبل ـ من سطحـه وسقـفه وجوانبه ـ كتــل من صخـــور الجبـــل لتسـد مـدخل الكهـــف وفي الوقــت نفســـه تقـريبـاً هبط سقـــف الكهـــف ليحـصر مـا بداخـــله من رمال . هذا والله أعلم .

## تحذير بيئي وعمراني

تتميـز منطقـة الـريـاض بشكل عـام وخــاصـــة وسطهـــا وشمالها الغـــربي باستقـرارها فـوق صخور جيريـة تحتوي على الكثير من الكهـوف والمغـارات ، توجـد تحـــت المرافـــق العـــامـة لهذه المنطقـــة كالمنشـآت السكنية والتجارية والصنـاعية وشبكات الخدمات المختلفة مغارات تتفاوت أعماقهـــا وسعتـــها وأشكـالها ، فهي قـــد تكون مليئة بالرمـــال أو الرواسـب اللينـة أو خاليـــة. وعليه وبسبب مـا قد ينشأ فوق هـذه المنطقـة من مبـــان ومنشئـآت ومـا يتسرب منها من سوائل كالميـــاه السطحية والصرف الصحي وما يجد طريقـه إليها من مختلف أنواع فضلات المصـانع ومحطـــات الوقود وغيرهـا ـ ، فهنـاك أخطار عمرانيـــة وبيئية يجب أخـذها في الاعتبـار وتفاديها . وقد تـم بالفعل مـؤخراً اكتشـــاف مغـارة كبيرة احتوت على كميـات كبيرة من البنزين متسرب من محطـات وقود تفتقـد الصيانـة الضرورية .

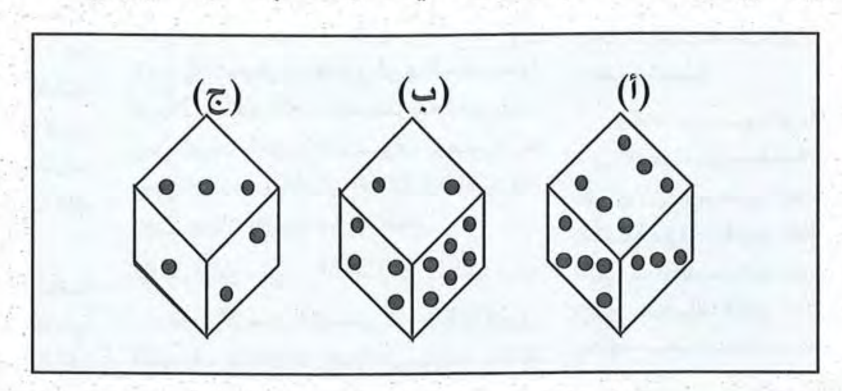


# مساحة للتفكير

# مسابقة العدد

## « المكعبات »

تنوه أسرة تحرير المجلة للخطأ الذي حدث في جزء من الشكل ـ المكعب (أ) ـ المرفق مع المسابقة المذكورة . وإننا إذ نأسف لهذا الخطأ نعيد نشر المسابقة مرة أخرى وذلك كما يلي : ـ




في الشكل عاليه ثلاثة مكعبات يبلغ مجموع النقاط في كل وجهين متقابلين في كل واحد فيها سبع نقاط .

اذا علمت أن اثنين من المكعبات المذكورة متشابهة في وضع النقاط على أوجه كل منها ، وأن الثالث يختلف في وضع تلك النقاط عن الاثنين الآخرين .

**كيف يمكنك في ضوء تلك المعلومات التعرف على المكعب المختلف ، هل هو ( أ ) أم (ب) أم ( ج ) ؟**

## أعزاءنا القراء

إذا استطعتم معرفة الإجابة على مسابقة « **المكعبات** » فأرسلوا إجابتكم على عنوان المجلة مع التقيد بما يأتي:

١ـ ترفق طريقة الحل مع الإجابة .

٢ـ تكتب الإجابة وطريقة الحل بشكل واضح ومقروء .

٣ـ يوضع عنوان المرسل كاملاً .

٤ـ آخر موعد لاستلام الحل هو ٢٠/ ٦ /١٤١٧هـ .

سوف يتم السحب على الإجابات الصحيحة التي تحتوي على طريقة الحل ، وسيمنح ثلاثة من أصحاب الإجابة الصحيحة جوائز قيمة ، كما سيتم نشر أسمائهم مع الحل في العدد المقبل إن شاء الله .



# كتب صدرت حديثاً

## جيولوجية وجيومورفولوجية المملكة العربية السعودية

صدر هذا الكتاب عام ١٤١٦هـ - ١٩٩٦م، وقام بتأليفه الأستاذ الدكتور عبد الله بن ناصر الوليعي، قسم الجغرافيا بجامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية بالرياض.

يقع الكتاب في ٥٢٦ صفحة من القطع المتوسط مقسمة إلى بابين يحتويا على أربعة عشر فصلاً، وتقديم، وواحد وأربعين شكلاً توضيحياً، وخمس وتسعين صورة لمواقع مختلفة من المملكة، وينتهي الكتاب بالعديد من المراجع العربية والأجنبية.

يحتوى الباب الأول من الكتاب - البنية الجيولوجية - على أربعة فصول هي بالترتيب الدرع العربي، والرف العربي، والتكوينات الجيولوجية، وإرسابات الزمن الثالث والرابع السطحية.

أما الباب الثاني - المعالم التضاريسية للمملكة - فجاء في عشرة فصول مرتبة كالتالي: البحر الأحمر، والسهل الساحلي للبحر الأحمر، والمرتفعات الغربية، وهضبة نجد الرسوبية، وبحار الرمال، والهضاب الشمالية، وهضبة الصمان، والسهول الشرقية، والخليج العربي والآثار الجيومورفولوجية لطغيان مياهه.

## عبد الجليل السائر في دفء الإشعاعات إلى علياته

صدر هذا الكتاب عام ١٤١٦هـ عن مطبعة سفير بالرياض وهو من تأليف الدكتور عبد الرحمن بن محمد بن عثمان مليباري.

تبلغ عدد صفحات الكتاب ٢٤٦ صفحة من القطع المتوسط، وهو كتاب تثقيف علمي عن الإشعاع الذري صيغ على شكل رواية أدبية ليسهل على قطاع كبير من القراء فهم هذا العلم الذي تعددت استخداماته في كثير من المجالات الحياتية.

من خلال تلك الرواية يتعرف القارىء على الإشعاع الذري، أنواعه، استخداماته، ومخاطره، حيث تم تناول الاستخدامات السلمية للطاقة الذرية مثل الصناعة، الطب، الزراعة، إزالة التلوث، والطاقة، وكذلك مخاطرها المتمثلة في التلوث الإشعاعي بالرادون والنويدات الأخرى. كذلك تم تناول كيفية قياس الإشعاع الذري في البيئة وجسم الإنسان، وكذلك الحدود الآمنة للإشعاع لعموم الجمهور والعاملين في حقل الإشعاع الذري.

## سلسلة الخريجي التعليمية في الفيزياء

صدر هذا الكتاب عام ١٤١٧هـ / ١٩٩٦م عن دار الخريجي للنشر والتوزيع بالرياض، وهو من تأليف **الدكتور محمد شفيق الكناني**.

يقع الكتاب في ٤٠٧ صفحة من الحجم المتوسط، ويحتوي على مقدمة، وسبعة فصول، و ٤٢١ سؤال ومسألة محلولة وغير محلولة في نهاية فصول الكتاب، وإثنى عشر نموذجاً من أسئلة اختبارات سابقة مع الحلول المفصلة والرسومات التوضيحية لها، بالإضافة إلى المراجع العربية والأجنبية.

تتناول فصول الكتاب الموضوعات التالية: آثار التيار الكهربائي ومصادره، قانوني حفظ الشحنة الطاقة، المغناطيسية، الأجهزة والمقاييس الكهربائية، الموجات الكهرومغناطيسية، نماذج الذرة، الاستقرار النووي.

# من الألف إلى الياء في صحة الطفل

عرض : د. دحام إسماعيل العاني

صـدرت الطبعـة الأولى مـن كتـاب « من الألف إلى اليـاء في صحـة الطفـل » في مطلع الثمانينات لمؤلفـه الدكتـور هشام البرهـاني . والطبعة الـرابعة التي نحـن بصددهـا صادرة عن دار الفنـون بـدمشق في عـام ١٩٩٥م ، مـزيـدة ومنقحـة عن الإصـدار الأول . جـاء الكتاب في ثلاث وسبعين وثـلاثمائة صفحة من القطع الكبير بما فيهـا التـوطئـة والمقـدمـة والمراجع .

وغطت صفحـاته أكثر مـن مائة وثـلاثة وأربعين مـادة رئيسـة ثم تبـويبهـا أبجـديـاً لتيسير الـوصـول إلى أي مـادة تضمنهـا هـذا الكتاب أو الدليل .

أعطى المؤلف الخلفيـة العلميـة اللازمـة لاستيعاب كل مادة علمية ، كما دعمها ما أمكن بالصور التوضيحية أو الأشكال التبسيطية أو الجداول التي تسـاعـد القارئ على سهـولـة إدراك المعارف وتفهمها .

استهل المؤلف الكتـاب بإعطـاء جملـة أرقـام ومعلـومـات مفيـدة وهـامـة عن الطفل يعتقـد أنها ضروريـة لتكـون حـاضرة في ذهن الأسرة ، وهي تتعلق بوزن الطفل ومعـدل نموه الابتـدائي الصحيـح في الأشهـر الأولى ، احتيـاجـاتـه الأوليـة من الحليب، إضـافـة إلى الاستعدادات الملحة للعنايـة بالطفل قبل مولده وخلال حمل الأم له .

بعـد ذلك انتقل المؤلف إلى عـرض مـواد كتـابه كما أشرنـا وفقاً للترتيب الأبجـدي لهذه المواد ولهذا فإن عـرضنـا لهذا الكتـاب يأخـذ أسلوباً يختلف عن غيره من الكتب الأخرى كما يتضح للقـارئ نتيجـة طبيعـة محتـواه وخاصيـة عرضـه فهو أقرب للـدليل أو المعجم منه للكتاب العادي التقليدي .

ووفق التسلسل الأبجـدي الـذي سـار عليه المؤلف الـدكتور تناول المؤلف في حرف **الألف** تسع عشرة مادة هي إبيضاضات الدم ، ابتـلاع الهواء ، الاختنـاق، الأذن ، ارتجاج الـدمـاغ، الإرضـاع ، الأسنـان ، الإسهـال ، إصابـات الرأس ، الإغماء ، الإقيـاء ، الالتهاب ، التهاب السحـايا ، الآلام والأوجـاع ، الأكزيما ، الإمساك، الأمعاء ، الأنف ، الأنفلونزا .

ففي الحديث عن موضـوع الإرضاع على سبيل المثـال شرح الكـاتب كيف يتم الإرضـاع وأنواعه وميزة حليب الأم والفوائد التي يجنيها الطفل من الـرضـاعـة من ثـدي أمـه وأخيراً الإرشـادات المسـاعـدة على حسن القيـام بالعملية.

وفي حرف **الباء** أورد المؤلف موضوعات شتى تهم الطفل والعنـايـة بـه ، فتعـرض لموضـوع البـدانـة عنـد الأطفـال وأسبـابها ووسائل معـالجة حالاتها ثم موضـوع البلوغ ومظـاهره عنـد الـذكور والإنـاث، ثم انتقل إلى مشاكل البلعـوم والتهاباته ، ومـوضوع البهق (فقـدان المادة الملونـة) في بعض مناطق الجلـد نتيجة توقف الخلايا المنتجة للصباغ عن العمل ومعالجة هذه الحالات عند الأطفال .

وفي حرف **التاء** تناول المؤلـف مشكلة التبول عند الأطفـال ووجه نصائحه لـلأمهات في هـذا الخصـوص ، كما تطـرق إلى مـرض التراخوما والإصابة به وأعـراضه والوقاية منه ومـواضيع أخـرى منهـا التغـذيـة حيث أدرج جـدولاً لـلأغـذيـة تتضمن المواد الغـذائيـة الأساسية وفوائدها ومصـادرها . كذلك ناقش مسألـة التلقيح وأدرج في هـذا الصدد جـدولاً لمواعيـد اللقـاحات عنـد الأطفـال ، ثم انتقل إلى مـرض التيفـوئيـد، ومـوضـوع الحمى نظيرة التيفيـة والوقـاية منهـا وسبل مكافحتهـا ، ثم اختتم مـوضـوعـات هذا الحرف بـاستعـرض جـدول لأهم الأمـراض التي تنتقل عن طـريق الغذاء والماء .

تحت حرف **الثاء** تناول المؤلف موضوع الثـدي عند المرأة ومـا قـد يصيب المرضع من تضخم حجمـه ثم انتقل إلى التـآليل التي قـد تنتشر تحت الجلد وأسبابها وطرق معالجتها .

أدرج المؤلف في حـرف **الجيم** عـدة مواضيـع منها الجراثيم وأنـواعها وانتشـارها والوقاية منها ومرض جدري الماء .

وفي صـدد تعـرض الجسم للجـروح وأنـواعها أشار المؤلف إلى الإسعافات الأولية الواجب اتخاذهـا عند حدوث الجروح . أما موضوع الجلد فقد أدرج المؤلف جدولاً عن الاضطرابات الجلديـة مثل الحصبة والحصبة الألمانيـة والحمى وجـدري الماء والأكـزيما والجرب .

ثم انتقل المؤلف إلى حرف **الحاء** متناولاً مـواضيـع حب الشبـاب والحبل السري والحجاب الحاجـز وحرارة الجسم والحروق ومـوضـوع الحمل والأمـومـة السليمـة ثم مشاكـل الحصبة والحصبة الألمانيـة والحمى الـروماتيـزمية والحنجـرة وأخيراً الحيوانـات المنزلية وتأثير وجودها على الأطفال في المنزل .

تناول المؤلف تحت حرف **الخاء** تعريف الأطفال الخدج ثم مـوضوع الخراج وأنـواعها وكذلك موضوع الخلـوع حيث شرح أعراضها وأنواعها وأسبابها .

وفي حرف **الدال** تناول الدواء وما يتعلق بـه مثل مصـادره وتـأثيراتـه وأخطـاره والحوادث المتصلة به .

وفي حرف **الذال** نـاقش المؤلف مـرض ذات الجنب وذات الرئة أعـراضهما وأسبابهما عموماً .

وتحت حـرف **الـراء** أورد المؤلف موضـوع الرئة ووظائفها والـربو والإصابة به. والـرعاف، والـركبة وآلامهـا ، وأخيراً الرؤيـة والعين وتشريحهـا وعيـوبها . ومـا يتصل بمشـاكلهـا من مـد البصر وحسره والحول وأنواعه ومعالجته .

استعرض المؤلف في حرف **الزاي** الزائدة



الدودية ثم مرض الزحار وأنواعه والوقاية منه وأخيراً الزكام وأسبابه وانتشاره ومعالجته أو تخفيف حدة أعراضه .

أدرج المؤلف تحت حرف **السين** إصابة السحجة وأمراض السرطان عموماً والسعال الديكي والسكري عند الأطفال ومرض السل وأخيراً . السموم والتسمم والإسعافات الأولية المطلوبة في كل حالة .

تحت حرف **الشين** أورد المؤلف موضوع الشعر والتهاب الأجربة الشعرية ثم شلل الأطفال وأعراضه والمعالجة وطرق العدوى والوقاية منه .

أدرج المؤلف تحت حرف **الصاد** موضوع الصداع والصرع والصم والصدمة وصيدلية المنزل وأهميتها ومكوناتها الضرورية.

تحت حرف **الضاد** تناول المؤلف الغدة الدرقية وضخامتها وضربة الشمس ومشاكل ضرس العقل . وعند انتقاله إلى حرف الطاء تناول موضوع الطمث عند الفتاة والاضطرابات الناجمة عنه .

اندرج تحت حرف **العين** موضوع العضلات والعظام وأمراضها وأسبابها ، وأخيراً موضوع العرج وأسبابه واضطرابات المفصل الوركي الفخذي .

شرح المؤلف في حرف **الغين** الغدد وأنواعها واضطراباتها .

أما في حرف **الفاء** فقد ناقش المؤلف فقر الدم وأعراضه وأنواعه والوقاية من الإصابة به ومعالجة فقر الدم .

ثم تعرض المؤلف لموضوع العظام وشرح الإرشادات العامة لتحقيقه.

بعد ذلك عالج المؤلف موضوع الفم والتقرحات التي تصيبه . ثم تناول عنصر الفلور وأهميته للأطفال للوقاية من نخر الأسنان وسبل تزويد الجسم بهذا العنصر الهام . وأخيراً ناقش المؤلف الفيتامينات وأنواعها ومصادرها .

تناول المؤلف تحت حرف **القاف** موضوع القلب وأمراضه وقصوره عند الأطفال ، والنفخات القلبية أي الأصوات غير الطبيعية التي تصدر عن القلب ، وأخيراً الإسعافات التي تجري للطفل المصاب بقصور القلب ، ثم انتقل إلى موضوع آخر هو القمل وأنواعه وسبل الوقاية منه .

تحت حرف **الكاف** تناول الكتاب الكبد وآفاته والتهاباته ، ثم تناول موضوع الكزاز والكسور المتنوعة التي تصيب أطراف الجسم وبعد ذلك انتقل إلى مرض الكلب وشرح أسبابه وأعراضه . ثم موضوع الكليتان وأمراض الكلية والجهاز البولي وأسبابه والتهاب الكلية وكيفية رعاية الأطفال المصابين به وأخيراً شرح المؤلف مرضى الكوليرا وأعراضه ودور حضانته ثم العدوى والوقاية منه .

تطرق الكاتب في حرف **اللام** إلى عدة مواضيع منها لدغ الأفاعي والحشرات والإسعافات الأولية في كل حالة .

ومن المواضيع التي تطرق لها الكتاب في حرف **الميم** الماء والصحة ثم موضوع المبيدات.والمسكنات وشيوعها والإرشادات الهامة المتعلقة بها . كذلك تم تناول موضوع عادة مص الإبهام لدى الأطفال وتأثيرها عليه.

أدرج المؤلف تحت حرف **النون** النباتات والأعشاب السامة ثم نزيف الدم والإسعافات الأولية لإيقافه ، ثم موضوع النطق وعسر التكلم وعيوب النطق مثل الفأفأة . واختتم المؤلف مواضيع حرف النون بنمو الطفل وتطوره وأهم العلامات الخاصة بالتطور .

أنهى المؤلف كتابه أو دليله الصحي بحرف **الواو** وفيه تناول موضوع وقاية الأطفال من أذى الحشرات بأنواعها الشائعة وأخيراً موضوع الولادة عند المرأة .

ثم انهى المؤلف كتابه بالمراجع والمصادر التي اعتمد عليها.

الكتاب حسب تقديري مفيد جداً لكل أسرة ، ومما لاشك فيه أن المؤلف تناول فيه الموضوعات المطروحة بتبسيط علمي واضح وضمنه الجداول والصور والرسومات التوضيحية التي تساعد على استيعاب الموضوع الذي ناقشه ، وكم كان مفيداً لو أن المؤلف ذيَّل دليله بملحق مفهرس للمصطلحات الواردة فيه لمساعدة القارىء في سرعة الوصول إلى المادة التي يبحث عنها في اللحظات الحرجة.

كذلك كنا نرى أن يضع المؤلف في نهاية كل موضوع مرجع يعين الأسرة للاستفاضة بالمعلومات عن هذا الموضوع إذا كان ذو أهمية كبيرة لهم ، وبذلك يصبح هذا الدليل أيضاً دليلاً للمراجع والمصادر المتعلقة بصحة الطفل ومصدراً يعين الأسرة للوصول إلى المعلومات التي يبحثون عنها في هذا المجال .

إن هذه الملاحظات المشار إليها لاتنقص قدر الكتاب وإنما هي أمنيات للوصول به إلى المستوى اللائق الذي تحتاج إليه صدر مكتبة الأسرة .

وما دمنا في صدد الحديث عن صحة الطفل ، فمن الأهمية أن نتعرف على وضع أطفالنا الحالي من وخلال تقرير حديث صادر عن اليونسيف تحت عنوان ( وضع الأطفال في العالم ١٩٩٦م) ذكر فيه أن معدل وفيات الأطفال دون الخامسة قد انخفض في الدول العربية من ٢٥٪ عام ١٩٦٠م إلى ٧٪ لعام ١٩٩٤م .

بيد أن احتمالات البقاء لأطفالنا لازالت تقل كثيراً عن المناطق الأخرى في العالم ذات الدخل المماثل . كما أن وضعهم في المنطقة العربية يختلف من بلد لآخر ، ففي حين تصل نسبة الوفيات للأطفال السودانيين دون الخامسة إلى ١٢٢ حالة في الألف ، نجدها تنخفض إلى عشرين حالة في البحرين وأربع عشرة حالة في الكويت . ولكي تتضح الصورة أكثر لابد من مقارنة هذه الإحصائيات الرسمية بالشعوب الأخرى ، ففي إسرائيل ونيوزلندة وفرنسا يبلغ معدل وفيات الأطفال دون الخامسة إلى تسعة بالألف في حين يصل هذا الرقم إلى ستة في كل من اليابان وسنغافورة وخمسة في فنلندا والسويد .

وبالرغم من أن الدول العربية قد استطاعت تخفيض معدل وفيات الأطفال منذ عام ١٩٦٠م - بحول الله - بسرعة تفوق أية منطقة في العالم النامي ، إلا أن أمامها جهداً شاقاً لتصل إلى مستوى معدلات الدول الصناعية في هذا الاتجاه . من هذه المؤشرات تبرز أهمية العناية بالطفل ورعاية صحته خلال سنوات عمره الأولى حتى يقسو عوده ويشتد عضده .

وكما تناط هذه المسؤولية المباشرة بالأسرة إلا أن للمؤسسات الرسمية أيضاً دور في نشر الوعي الصحي لدى الأسرة وتوجيهها نحو العناية بأطفالها منذ بداية حمل الأم حتى يتجاوز الطفل السنوات الأولى الحرجة من نموه وتربيته . ومن هذا المنطلق حرصت منظمة اليونسيف على دعم الجهود الهادفة إلى نشر المعارف الأساسية حول صحة الطفل ونشأته ونموه مع التركيز على الوقاية من الأخطار التي يتعرض لها الأطفال، عموماً ، وفي هذا الاتجاه دعمت اليونسيف الكتاب الذي تناولنا عرضه .



# من أجل فلذات أكبادنا

# الماء الساكن

**فلذات أكبادنا الأعزاء**

**لا شك إن الكثير منكم قد مرت عليه عند دراسة مادة العلوم كلمة الضغط سواء قصد بها ضغط الغاز أو السائل ، وهي تعني القوى التي يحدثها الغاز أو السائل على السطوح التي يمسها ، كذلك لا شك أنكم قد عرفتم أن الضغط الجوي يختلف حسب انخفاض أو إرتفاع المكان عن مستوى سطح البحر . ولكي نتعرف على المفهوم العلمي للضغط دعونا نجري هذه التجربة البسيطة .**

## ● الأدوات المطلوبة

كوب زجاجي ، ماء ،
قطعة من ورق مقوى .

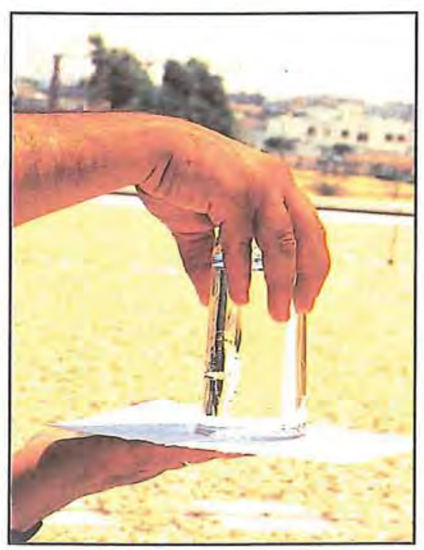
## ● خطوات العمل

١ ـ إملأ الكوب الزجاجي با لماء




● شكل (١).

حتى حافته . شكل ( ١ ) .



● شكل (٢).

٢ ـ قم بتغطية الكوب بواسطة الورقة ثم ضع يدك اليسرى عليها لتسندها واقلب الكوب بحيث تكون فوهته المغطاة بالورقة إلى أسفل ، شكل ( ٢ ) .

٣ ـ إرفع يدك عن الورقة المقواة واحمل الكوب بيدك اليمنى من

ض (٢)

ض (١)

● شكل (٣).

قاعدته وسجل ملاحظاتك .

## ● المشاهدة

سوف تلاحظ أن الورقة تبقى بمكانها بحيث لا يتدفق الماء من الكوب .

## ● الإستنتاج

من ما سبق يستنتج أن ضغط الماء على الورقة (ض٢ ) أقل من ضغط الهواء المضاد الناتج من أسفل إلى أعلى (ض١) ولذلك تظل الورقة في مكانها ولا يتدفق الماء .

## ● المصدر :

( كتاب طرائف وعجائب العلوم ـ مكتبة ابن سيناء ـ ١٤١٢ هـ ـ ص ١٠٦ )

# مصطلحات علمية (*)

● **صخور سحيقة** Abyssal Rocks
صخور جوفية نارية ذات منشأ عميق، تتصلب في باطن الأرض على أعماق كبيرة من القشرة الأرضية .

● **صخور حامضية** Acidic Rocks
صخور نارية غنية بحامض ثاني أكسيد السيليكون الذي يبلغ نحو ٦٠٪ على الأقل من تركيبها .

● **صخور قلوية** Alkaline Rocks
صخور نارية تزيد فيها العناصر القلوية مثل الصوديوم والبوتاسيوم على الكمية اللازمة لتكوين معادن الفلسبار من السيليكا المتاحة .

● **صخور القاعدة** Basement Rocks
صخور عتيقة نارية بلوتونية وغيرها تكّون نوى الكتل القارية ، وترتكز عليها الصخور الرسوبية وأحياناً تكشفها على السطح عوامل التعرية أو التحركات الأرضية أوكلاهما . وهي تتبع في الغالب حقب ما قبل الكمبري .

● **سلاسل جبال ساحلية** Coast Ranges
مجموعة جبال موازية تقريباً لطرف قارة من القارات . وهي بوجه خاص السلاسل الجبلية الواقعة على امتداد الساحل الغربي لأمريكا الشمالية .

● **طيّ غير منسق** Disharmonic Folding
طيّ يختلف فيه شكل الطيات فجأة مع العمق .

● **جبال قبوية** Domal Mountains
نتوءات جبلية نشأت بفعل الارتفاع القبوي الكبير مع ظهور صخور الأساس.

● **حت** Erosion
جميع التغيرات الحاصلة للمواد الصخرية فوق سطح الأرض ، والناشئة بفعل عوامل النقل كالمياه والرياح والجليديات .

● **إبراق** Foliaton
ترتيب متوازي للمعادن في الصخر يعطيه تركيباً طبقياً ، أو ورقي الشكل .

● **أحفورة** Fossil
بقايا حيوانية أو نباتية أو آثارها يُعثر عليها محفوظة طبيعياً في قشرة الأرض وتعود إلى عصر ما قبل التاريخ .

● **سلم الأزمان الجيولوجية**
Geologic Time Scale
مقياس لتصنيف الوحدات الواسعة من الأزمان الجيولوجية كالأحقاب والفترات والعهود ، ألخ .

● **صدع جذبيّ** Gravity Fault
كسر في قشرة الأرض تهبط عنده كتلة كبيرة منها إلى أسفل عند خط الكسر .

● **صخور متوسطة**
Intermediate Rocks
صخور نارية تتراوح نسبة ثاني أكسيد السيليكون ( السليكا ) فيها بين ٥٥٪ و ٦٥٪ من تركيبها .

● **طي متواز** Isoclinal Folding
انثناء صخور القشرة الأرضية على هيئة خطوط متوازية .

● **كارست** Karst
تضاريس في أرض كلسية تتميز بوجود ثقوب أنبوبية في الصخور تنفذ منه المياه السطحية والجوفية ، وتعمها الكهوف .

● **التحول** Metamorphism
عملية تغير الصخور فيزيائياً وكيميائياً بفعل الحرارة والضغط والمحاليل الكيميائية في قشرة الأرض .

● **طفرة موهو**
Mohorovicic Discontinuity
سطح سيزمي يفصل بين القشرة الأرضية وطبقة الوشاح .

● **المغناطيسية القديمة**
Paleomagnetism
دراسة الحقول المغناطيسية المحيطة بالجزيئات المغناطيسية المتواجدة في الصخور القديمة .

● **طيّ الجزّ** Shear Folding
بنيات الطي التي تنشأ عن انفصام الطبقات وحركتها لإحتوائها على تصدعات كثيرة متوازية ومتزاحمة .

● **سيليكات** Silicate
معادن تتألف من السيليكون والأكسجين، وتنقسم إلى نوعين إما أن تكون حديدومغنسيمية ، أو غير حديدومغنسيمية .

● **جُدة** Sill
سد ناري على هيئة حاجز أفقي ينتشر بين طبقات الصخور الضعيفة .

● **هوابط كلسية** Stalactite
رواسب معدنية تمت بصورة شاقولية من سقف الكهف باتجاه القاع .

● **صواعد كلسية** Stalagmite
رواسب معدنية تنمو من قعر الكهف نحو الأعلى باتجاه المصدر في السقف .

● **ستورة** Stock
جسم ناري كبير غير متوافق مع الصخور المحيطة به ، وتبلغ مساحته الظاهرية أقل من ١٠٠ كيلومتر مربع .

● **صخور طباقية** Stratified Rocks
صخور ترسبت في طبقات متتالية بعضها فوق بعض .

● **إجهاد وانفعال الصخور**
Stress and Strain of Rocks
الإجهاد هو القوة التي تؤثر على وحدة المساحات ، بينما الانفعال هو التغير في الشكل والحجم الذي ينشأ عن ذلك .

● **صخور فوق قاعدية**
Ultra-basic Rocks
صخور نارية تقل فيها نسبة السيليكا عن ٤٥٪ من تركيبها .

● **صخور بركانية** Volcanic Rocks
صخور نارية تظهر على سطح الأرض بفعل البراكين ، وتمتاز بنسيج بلوري دقيق أو زجاجي ، ومن أمثلتها البازلت والإوبسيديان.

● **التواء** Warping
انحناء منطقة واسعة تبلغ عادة مئات الكيلومترات المربعة من القشرة الأرضية بتأثير ضغوط هائلة وتدريجية تحدث تحت الأرض . وقد يؤدي الالتواء إلى رفع مساحات واسعة أو خفضها خلال مدد زمنية طويلة .

---

(*) المصدر : البنك الآلي السعودي للمصطلحات (باسم) مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية




# مجهر النفاذ الإلكتروني



إعداد : د . عبد الله بن إبراهيم المرشد

**أحدثت المجاهر الإلكترونية نقلة علمية هائلة تمثلت في التطورات المتوالية التي شهدتها كثير من التخصصات العلمية في علوم الأحياء والكيمياء والفيزياء (خاصة علوم المواد ) . ورغم ذلك كان التطور في مجال مجاهر النفاذ الالكترونية متأخراً بعض الشيء بسبب حاجتها ـ آنذاك ـ إلى تقنيات تتعلق برفع قدرة شعاع الإلكترونات للنفاذ من خلال الطبقات السميكة من العينة .**

وقد أدت التطورات الحديثة في المجاهر الإلكترونية إلى التغلب على المشاكل المشار إليها وظهور مجهر النفاذ الالكتروني ( Transmission Electron Microscope) الذي يمتاز عن المجاهر الالكترونية الأخرى بما يلي :

١ ــ صغر حجم العينة ورقة سماكتها مع احتفاظها بمظهرها العام من التلف أو التشويه .

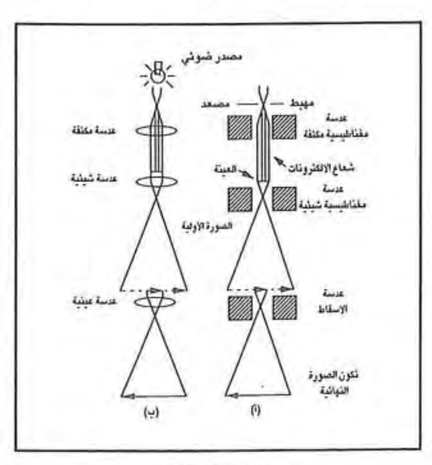
٢ ــ استخدامه لطاقة الكترونات عالية تسمح باختراق شرائح المواد الرقيقة .

## مكونات المجهر

لا تختلف المكونات الرئيسة لمجهر النفاذ الالكتروني عن مجهر المسح الالكتروني إلا في اختلاف ترتيب مواقع العدسات بالنسبة لموقع العينة . ففي كلا المجهرين يوجد مدفع الكترونات وعدسات مغناطيسية ( مكثفة وشيئية ) .أما الإختلاف فيتمثل فيما يلي :

١ ــ تمركز العينة في حالة مجهر النفاذ الإلكتروني بين العدسة المكثفة والعدسة الشيئية ، وفي هذه الحالة فان مجهر النفاذ الالكتروني أقرب شبهاً لبعض المجاهر الضوئية ، شكل (١) .

٢ ــ وجود عدسة مغناطيسية أخرى في مجهر النفاذ الالكتروني يطلق عليها عدسة




● شكل (١)

إسقاط تشبه في عملها العدسة العينية في المجاهر الضوئية .

٣ ـ عدم وجود ملفات مسح في مجهر النفاذ الالكتروني ولكن يستعاض عنها بتوجيه شعاع الكترونات عالية النفاذية تعمل على اختراق العينة .

## تحضير العينة

قبل بدء عمل الجهاز يتم تحضير العينة المراد فحصها . وتختلف طريقة تحضير العينة لمجهر النفاذ الالكتروني عن طريقة تحضيرها لمجهر المسح الالكتروني وذلك كما يلي :

* **مجهر المسح الالكتروني :** وفيه يتم تقطيع العينة بأحجام تناسب حوامل العينات ومواصفات قاعدة الحوامل مع الأخذ بعين الإعتبار حركة قاعدة حمل العينات في الأبعاد المتاحة داخل الغرفة المخصصة للعينة ، ويشترط أن تكون العينة جافة ونظيفة من العوالق أو الأتربة ، كما أنه يجب في حالة العينات ذات التوصيل الكهربائي الضعيف أو غير الموصلة إجراء عملية طلاء بطبقة رقيقة من مواد موصلة للكهرباء مثل الذهب والكربون . وفي حالة عينات المواد الحيوية مثل النبات وغيرها يجب التخلص من الماء دون التأثير على تركيبها ، ويتم ذلك بتثبيت (Fixa-tion ) العينة بمواد كيميائية من أجل حفظ شكلها في ظروف التفريغ داخل المجهر .

* **مجهر النفاذ الالكتروني :** وتعد عملية تحضير العينة فيه أكثر صعوبة ودقة بسبب صغر حجم العينة ورقة سماكتها وطبيعتها الهشة ، وتوضع العينة التي يتم تقطيعها بدقة شديدة حتى لا يتم تشوهها وتكون أكثر تمثيلا للعينة التي قطعت منها وذلك باستخدام قواطع سكاكين الزجاج والألماس التي تتميز بسرعتها ودقة قطعها . بعد ذلك توضع العينة داخل أغشية دعامية من الشبكات النحاسية ، وتتم عمليات تثبيتها ـ في حالة المواد الحيوية ــ باستخدام مواد لها نفاذية لايقاف التفاعلات الكيميائية الحيوية شريطة أن يتوافق الضغط الأسموزي للعينة مع الضغط الأسموزي للمادة المثبتة حتى

تحتفظ العينة بشكلها وتركيبها .

## آلية عمل المجهر

لا تختلف آلية عمل مجهر النفاذ الالكتروني كثيراً عن آلية عمل مجهر المسح الإلكتروني، فهي تبدأ بعد تحضير العينة بتوليد شعاع الإلكترونات ومروره من خلال العدسة المكثفة وأخيراً تنتهي بتكوين الصورة النهائية ، ويمكن تفصيل ذلك فيما يلي :

### تسليط الالكترونات

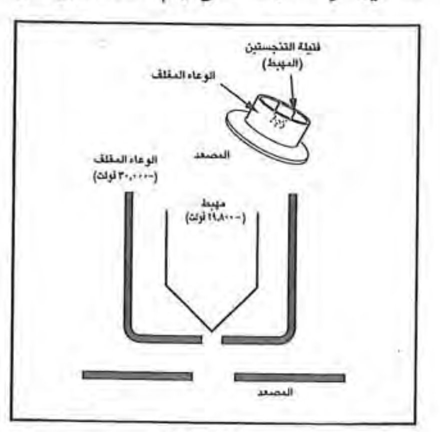
يُسلط على العينة شعاع من الإلكترونات عالية الطاقة ( ١٠٠ كيلوفولت) ، صادر من مدفع الالكترونات ، شكل (٢) ، وذلك لاختراق شريحة العينة . وتختلف مدافع الالكترونات باختلاف نوع الفتيلة التي تصدر عنها الإلكترونات ( المهبط والمصعد ) حيث تتفاوت كل فتيلة عن غيرها باختلاف درجة البريق ( Brightness ) ومدة الخدمة والظروف المطلوبة لتشغيلها . ويوضح الجدول (١) مقارنة بين أنواع مختلفة من الفتائل المستخدمة في المجاهر الالكترونية بوجه عام .

### استقبال نواتج التفاعل

يتم استقبال نواتج تفاعل الالكترونات مع العينة باستخدام كواشف حساسة يعتمد نوعها على نواتج التفاعل المطلوب قياسها .

### معالجة الإشارات

يتم معالجة الإشارات المتكونة من تفاعل الالكترونات مع العينة باستخدام أجهزة الكترونية تقوم بعمليات التكبير وإعادة تشكيل الإشارات حتى يتم الحصول على




● شكل (٢)

| وجه المقارنة | فتيلة دبوس التنجستن ( W ) | فتيلة لاب ـ ٦ ( LaB6 ) | فتيلة الانبعاث الحقلي ( Field Emission ) |
|---|---|---|---|
| البريق ( أمبير/سم٢/ستيردين ) | ٥×١٠^٤ | ٢,٥×١٠^٤ | ١×١٠^٧ |
| مقاس المصدر الالكتروني ( ميكروميتر ) | ٢٠ | ١٠ | ٧ |
| مدة الخدمة ( ساعة ) | ٧٥ | ٤٠٠ | ٨٠٠٠ |
| درجة التفريغ ( باسكال ) | ١٠^-٤ | ١٠^-٢ | ١٠^-٨ |
| درجة حرارة التشغيل ( كالفين ) | ٢٨٠٠ | ١٨٠٠ | ٣٠٠ |
| أهم المزايا | الإستقرار ، التيار العالي | قدرة تبيين عالية عند ارتفاع التيار | قدرة تبيين عالية |

● جدول (١) مقارنة بين أنواع من الفتائل المستخدمة في المجاهر الالكترونية .

الصورة النهائية .

## مزايا مجهر النفاذ الالكتروني

من مزايا مجهر النفاذ الإلكتروني على مجهر المسح الالكتروني والمجاهر الضوئية ، جدول (٢) ، مايلي :

١ ـ مقدرة فائقة على توضيح تفاصيل تركيب الجزء المكبر من العينة الرقيقة أي مايعرف بقدرة التمييز ( Resolving Power ) حيث تتراوح قدرة التمييز لمجهر النفاذ الالكتروني بين حوالي ٠,١٤ نانوميتر إلى ٢ نانوميتر ( ١٠^-٩ م ) ، جدول (٢) ، أي مليون ضعف قدرة تمييز العينة المجردة التى تبلغ حوالى ٠,٢ مم ( ١٠^-٣ م ) على بعد ٣٠ سم .

٢ ـ مقدرة عالية في تكبير الأشياء تصل إلى مليون مرة .

| وجه المقارنة | مجهر المسح الإلكتروني ( SEM ) | مجهر النفاذ الإلكتروني ( TEM ) | المجهر الضوئي |
|---|---|---|---|
| قدرة التمييز ( نانوميتر ) | ٠,٣ | ٠,١٤ ـ ٢ | ٥٠٠ |
| أعلى تكبير | ٣٠٠٠٠٠ | ٨٠٠٠٠٠ | ٥٠٠ |
| عمق حقل الرؤية ( ميكروميتر ) | ٥٠ | سمك العينة | ١ |
| عرض حقل الرؤية ( ميكروميتر ) | ٥٠ | ٠,٣ | ٠,٥ |
| الجهد الكهربائي ( كيلو فولت ) | ٣٠ | ١٠٠ | جهد المصدر الضوئي |
| شكل العينة | ليس لها شكل محدد | قطاع رقيق | ليس لها شكل محدد |
| تفاعل الشعاع مع العينة | تقاس الالكترونات المرتدة من على سطح العينة | تقاس الالكترونات النافذة من خلال العينة | الضوء النافذ أو المنعكس من العينة |

● جدول (٢) مقارنة بين المجاهر الإلكترونية والضوئية .



# بحوث علمية

## "دراسات جيولوجية وتقييمية لرواسب الكروميات في المملكة العربية السعودية"

**نظراً للإهتمام المتزايد بالثروة المعدنية لكونها المصدر الأساس للخامات التي تقوم عليها صناعات عديدة مثل صناعة الحديد والنحاس والألومنيوم ... وغيرها ، ومشاركة من مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية واستكمالاً لدورها الفاعل في تشجيع ودعم المشروعات البحثية العديدة التي تخدم قطاع الصناعة بالمملكة ، فقد قامت بدعم مشروع بحثي تحت عنوان "دراسات جيولوجية وتقييمية لرواسب الكروميات في المملكة العربية السعودية".**

وقد تم إجراء هذا البحث في كلية علوم الأرض بجامعة الملك عبدالعزيز بجدة ، في الفترة من ١٤٠٥هـ إلى ١٤٠٧هـ ، وقام بدور الباحث الرئيس للمشروع الدكتور أحمد محمود الشنطي.

### أهداف البحث

يهدف البحث بصفة أساس إلى مايلي :-

١ - تقييم مصادر الكروميات (خام الكروم) في المملكة وتحديد خصائصها المميزة ، حيث يشكل عنصر الكروم واحداً من أهم الفلزات الاستراتيجية في العالم .

٢- رسم خرائط جيولوجية عامة ومفصلة لتمعدن الكروميات ، ورسم خريطة جيولوجية رئيسة موضحاً عليها أهم مواقعه بالمملكة.

٣ - جمع عينات من رواسب الكروميات لدراستها ووصفها من حيث حجم الحبيبات ، ونوع المعادن المصاحبة له وتركيبها الكيميائي ، ونوعية الصخور الحاوية على هذه الرواسب ووضعها الجيوتكتوني .

### دراسات حقلية

تم إجراء عدد من الدراسات الحقلية وذلك كما يلي :-

١- القيام بخمسة عشرة رحلة إلى مناطق واعدة جيولوجياً وبنائياً لتمعدن الكروميت لجمع العينات اللازمة للفحص والتحليل .

٢- عمل ٢١ خريطة جيولوجية بمقياس رسم يتراوح بين ١: ٢٠,٠٠٠ إلى ١:١٠٠,٠٠٠ بالإضافة إلى خرائط جيولوجية مفصلة بمقياس رسم ١:٥٠٠ ، و ١:٢٠٠٠ لكل تمعدن كروميت ، وقد تم تحديد مواقع هذه التمعدنات على الخرائط مع تعديل أسماء المواقع .

٣- عمل خريطة جيولوجية رئيسة بمقياس رسم ٢:١ مليون موضحاً عليها أهم مواقع الكروميت بالمملكة حيث ينحصر وجوده في المنطقة الغربية التي يغطيها صخور الدرع العربي .

### دراسات معملية

تمثلت الدراسات المعملية التي تم إجراؤها فيما يلي : -

١- دراسة بتروجرافية (وصف وتصنيف الصخور)للصخور المضيفة (الحاوية) لراسب الكروميت من حيث مكوناتها ودرجة تحولها وتشوهها .

٢- دراسة تفصيلية لمعدن الكروميت في جميع المواقع المختارة من حيث الشكل ، وحجم الحبيبات ، والنسيج الصخري ... وغيرها .

٣- تحليل كيميائي ، وآخر بالمسبر الإلكتروني للكروميت ، واستخدام برامج الحاسوب لمعالجة البيانات الكيميائية واستنباط النتائج .

٤- مقارنة بين نتائج التحاليل الكيميائية للكروميت في كل من السودان وكينيا مع ذلك الموجود في الدرع العربي بالمملكة .

### نتائج البحث

تمثلت أهم نتائج البحث في الآتي :-

١- تحديد العديد من مواقع تمعدن الكروميت في الدرع العربي ، منها مائة موقع يوجد فيها المعدن على شكل عدسات أو أجسام عدسية ظاهرة ، ومقاومة لعوامل التعرية ، وبارزة عن صخور السربنتين المتحولة والحاوية لها . بالإضافة إلى بعض المواقع الأخرى التي يوجد فيها المعدن على هيئة جلاميد (كتل صخرية لا تزيد عن متر في الطول ونصف متر أو أقل في السمك) ، وحصى كبير مزحزحة من مكانها الأصلي وموجودة في الأودية أو على المنحدرات الجبلية لصخور السربنتين .

٢- تحديد مواقع الأجسام العدسية لتمعدن الكروميت على الخرائط ورسمها بمقياس رسم كبير مع الصخور المحيطة بها .

٣- تقييم إقتصادي لهذه العدسات وتحديد بعض الأماكن لإجراء دراسات تنقيبية أكثر تفصيلاً عليها ، وعمل حفر تجريبي سطحي وتحت سطحي لاحق في الأماكن الملائمة .

٤- تعد معادن الكروميت من النوع الغني بمعدن الحديد على الرغم من إختلافها كيميائياً من موقع لآخر .

٥- حصر مجمل إحتياطي خام معدن الكروميت في الدرع العربي (٢٧,٥٠٠ طن) بمحتوى من أكسيد كروم ($Cr_2O_3$) يتراوح بين ٤٤٪ - ٦٦٪ ، ونسبة كروم/حديد تساوي ٣,٢ مما يضعه كيميائياً ضمن الدرجة المقبولة لخامات الكروم .

٦- على الرغم من قلة إحتياطي خام الكروميت في المملكة - مقارنة بالدول الأخرى - إلا إنه يمكن استغلال هذه الكمية بنجاح تام في بعض الصناعات الوطنية التي تقوم على استخدام هذا الخام مثل صناعة سبيكة الفولاذ الكرومي أو صناعة الطوب الحراري الكرومي أو في صناعة الدهانات والكيميائيات ... وغيرها .

٧- تعد منطقة العيس (جبل الوصق) أهم منطقة لتمعدن الكروميات ، يليها مناطق العوينة (حبل إس) ، وبئر طلوحة ، وجبل تيس ، ومنطقة غرَّب ، والوضيحي في حزام نبيطة ، بالإضافة إلى مواقع أخرى تحتوي على عدسة منفردة أو قليل من تمعدن الكروميات مثل مواقع عرجا وحلبان وجبل نبيطة وجبل دروة ... وغيرها .

## أول زراعة أمعاء في اليابان

تمت باليابان في ١٧ مايو ١٩٩٦م العملية الحادية عشرة لزراعة الأمعاء الدقيقة على مستوى العالم . وهي تعد العملية الأولى من نوعها في اليابان . ويذكر كويشي تاناكا ( Koichi Tanaka ) الذي أجرى العملية بمستشفى كيوتو الجامعي أن كلا من المريض - عمره سنتان - ووالدته المتبرعة له - عمرها ٣١ سنة - في حالة مستقرة بعد عملية استمرت زهاء إحدى عشرة ساعة . وأضاف أن كل شيء يتعلق بالعملية وما بعدها قد سار حسب الخطة دون أية مشكلات رغم أن هذا النوع من زراعة الأعضاء ( من متبرع حي ) يعد نادراً .

كان المريض المشار إليه يشكو من التواء في الأمعاء الدقيقة ، تطلب إزالة جزء كبير منها ، وتغذيته بالوريد ، مما تسبب في انسدادها وعدم تمكنه من أخذ كفايته من الغذاء اللازم لحياته ، مما استدعى إجراء عملية الزراعة لأنها الطريقة الوحيدة - بإذن الله - لإنقاذ حياته .

ورغم أن احتمال رفض الجهاز المناعي للطفل للزراعة المذكورة أمر ممكن إلا أن تاناكا يرى أن استخدام عقاقير متطورة لكبح الجهاز المناعي يمكنه أن يكون الحل الأمثل لمثل هذه الزراعة التي يحتاج إليها حوالي ١٥٠ مريضا يابانياً في الوقت الحالي .

المصدر :

Japan Science May 20 1996 .

## أمل لعلاج الإيدز

ذكر العلماء اليابانيون أنهم استطاعوا إنتاج حامض نووي منقوص الأكسجين ( Antisense DNA ) يمكنه أن يبطل مفعول مورث هام في إثارة فيروس الإيدز (HIV ) فيقضي عليه ، ويذكر العالم كازويوش ايكوتا ( Kazuyi Ikuta ) من جامعة هوكايدو باليابان أن الدراسات في المختبر أظهرت أن الحامض النووي المذكور يعمل على إيقاف عمل المورث ( nef ) - أحد مورثات مرض الإيدز - الذي لم يجد عناية كافية من العلماء لإنتاج مضاد له مثلما تم في حالة المورثان ( rev ) و ( tat ). مما يفتح المجال لتطوير علاج ناجح لمرض الإيدز بسبب أن المورث ( nef ) هو المسؤول عن تهيج فيروس الإيدز بعد فترة حضانة قد تمتد لعدة سنوات .

ويضيف إيكوتا أن الحامض النووي المشار إليه يعمل على عكس ( Veverse ) المعلومات الوراثية المسؤولة عن إنتاج البروتينات الضارة المسببة للمرض ، وبذلك فإنه قد يؤخر انتشار المرض بشكل فعال . وبالفعل أشارت الدراسة التي أجريت في أنبوبة اختبار أن بروتينات المورث ( nef ) قد انخفضت إلى أقل من النصف نتيجة لإضافة الحامض النووي المذكور .

ورغم أن الأحماض النووية المسؤولة عن كبح جماح فيروس الإيدز مثل ( net ) و ( rev ) و ( tat ) تتكسر عند التصاقها بالدم ، إلا أن أيكوتا ومجموعته استطاعوا أن يجعلوها مستقرة لتؤدي وظيفتها في التخلص من تلك الفيروسات ، مما يعيد الأمل في علاج مرض الإيدز والسرطان.

ويختتم أيكوتا : إن المورث ( nef ) معروف بأنه ينتج كمية كبيرة من البروتينات النشطة بعد الإصابة بفيروس الإيدز ( Hiv ) مقارنة بالمورثين ( rev ) و ( tat ) اللذين لهما علاقة فقط بتكاثر الفيروس ، وعليه فإن إيقاف عمل المورث ( nef ) من شأنه أن يكون - بإذن الله - بارقة أمل في علاج الإيدز .

المصدر :

Japan Science Scan, May 1996 .

## تنقية المياه بالأشعة فوق البنفسجية

أشارت تقارير طبية إلى أن مياه الشرب الملوثة تتسبب في وفاة ٤٠٠ طفل كل ساعة في البلدان النامية ، ويرجع السبب في ذلك إلى أن تلك المياه مصدر رئيسي لميكروبات أمراض الكوليرا والتيفوئيد والدوسنتاريا والتهاب الكبد .

وللحصول على مياه خالية من التلوث بتكلفة قليلة تكون في متناول الدول النامية والفقيرة قام **أشوك قادقيل** ( Ashok J - Gadgil ) ومجموعته من المختبر الوطني ببيركلي في ولاية كاليفورنيا بتصميم جهاز بسيط يعمل بالأشعة فوق البنفسجية يقضي على تلك الملوثات الجرثومية .

يتلخص عمل الجهاز في أنه يستقبل المياه الصادرة من الآبار أو المضخات اليدوية ويسلط عليها أشعة فوق بنفسجية صادرة من مصباح زئبقي ، ثم يرسلها إلى مستودع بعد أن يتم القضاء على الجراثيم المرضة .

ويذكر قادقيل أن الأشعة فوق البنفسجية عند الطول الموجي ٢٥٤ نانومتر لها مقدرة فائقة جداً على القضاء على كل الجراثيم .

يمكن للجهاز الحالي — تم تصميمه بوساطة **قادقيل** ومجموعته - تنقية ١٥ جالون من الماء في الدقيقة بتكلفة تعادل ٧,٥ هللة للمتر المكعب . يبلغ وزن هذا الجهاز ١٥ رطلاً ، أما سعره الحالي فيبلغ حوالي ١٢٠٠ ريال ، ونظراً لانخفاض الطاقة التي يستهلكها - ٤٠ واط — فإنه مصمم ليعمل بالطاقة الشمسية ، مما يكسبه أهمية في المناطق النائية التي لا تصل إليها شبكة الكهرباء .

يختتم **قادقيل** أن العمر الافتراضي للجهاز يبلغ خمسة عشر عاماً وأن جهازا واحدا - خلال تلك المدة - يكفي لخدمة ألف شخص يتم أثناءها - بإذن الله — إنقاذ ١٥ طفلاً من الموت والحيلولة دون النمو البطيء لـ ١٥٠ آخرين .

المصدر :

Science News, March 1996, vol 149 , p 138 .



# مــع القـــــراء

## أعزاءنا القراء

**الإخوة القراء الكرام في كل مكان ، السلام عليكم ورحمة الله وبركـاته ، وأهلا بكم في هذا العدد الجديد من مجلتكم « العلوم والتقنية » ، كما عودتمونا ، فقد وصلنا كم هائل من رسائلكم التي نسعـد دائما بقراءتها والاستفـادة مما يرد فيهـا من آراء ومقترحات ، كما نسعد بتلبية ماهو ممكن من رغباتكم .**

*** الأخ / قوباج محمـد ـ دائرة الحمادنة ، الجزائر .**

نشكـرك على ذلك الإطـراء الـذي ورد في رسـالتك ونتمنى أن نكون عنـد حسن ظنك بنـا ، وسـوف نعمل على تحقيـق مـا هـو منـاسب من اقتراحـاتك ، أمـا الأعـداد التي طلبتها فقد تم إرسال ما يتوفر منها .

*** الأخ / كركوبي حسين من الجزائر .**

بخصـوص طلبك كتب علميـة وأدبيـة ، مع تقديـرنا لك إلا أننـا لا نرسل كتبـاً لأحد لأن هذا ليـس من سياسـة المجلة ، فنـرجو منك ومن الجميع المعذرة .

*** الأستـاذ / عبـد الـرحمن بن سـالم الصبيحان ـ ثانوية الخرج**

نقـدر لك رغبتك في مـواصلـة التلقي وزيـادة مصـادر المعلـومـات ، ومع أن الإشتراك رسميـا لم يقرر حتى الآن إلا أننـا سنحاول تلبيـة هذه الرغبة وإرسـال المجلة على عنوانك .

*** الأخت / أم سَلَمَة ـ الرياض**

تقولين إنـك لا تستطيعين الحصول على المجلـة ولم تذكـري ما هـو السبب ، مع أن الحصـــول عليهـــا سهـل وميســـور ، وتستطيعين إرسال أحد أقربائك لمقر المدينة لتزويدك بكل ما يتوفر من الأعداد السابقة ، كما أن المجلة تباع لدى العـديد من المكتبات والمحـــلات التجـاريـــة الكبرى ، كما يمكن الحصـول عليهـا عن طـريق الموزع ، أخيراً نفيدك أن هناك العديد من الكتب التى تشرح كيفية صنع بعض الأجهزة البسيطة مثل كتـاب « طــرائف وعجـائب العلـــوم » ومـوسـوعـة « علم الإلكترونيـــات » وهـي متوفرة في الأسواق المحلية .

*** الأخ / عادل بوضياف ـ الجزائر .**

يسرنـا أن « نلبي النـــداء » ونـرسل لك المجلـة ونحقق أمنيـــة أسرة « بـوضيـاف » العزيـزة ، لذا نأمل إرسال عنوانك إلينـا مرة ثانية بشـكل واضــح وأهـلا بـك صـديقاً للمجـلة .

*** الأخ / بـولنـواريــو لنـوار حي ٥٥ح مسكن رقم الباب ، الجزائر .**

أولا نتمنى أن نكون قد أصبنـا في كتابة إسمك وذلك لعـدم وضوح الخط ، ثانيـا مع تقديـرنا لما بعثت بـه إلا أنه لا يتنـاسب مع باب فلـذات أكبادنا لأن دائرة الجهـاز الذي شرحت تفـاصيلها يشـوبها بعض التعقيد نظـــراً لتطلبهـــا استخـــدام بعض الترانزستـورات التى تتطلب بدورهـا بعض الأجهـزة الأخـــرى لتركيبهـا ، ونحن دائماً حريصون على عمل الأشـياء البسيطة جداً والتي تستخدم فيها خامـات محلية متوفرة ورخيصة .

*** الأخ / محمد أحمد رمضان ، الطائف**

إن كل مايتم إرسالــه من « المجلة » لكل فـرد في كل أصقـاع العالم يكـون « مجانـاً» دائماً ، حتى أننا نعيد ما يرسله بعض القراء ثمنـاً للمجلـة أو خـلافهـا من المطبـوعـات الأخـرى التي يمكن تـوفيرها لهم و سـوف نعمل على إجابة طلبك وإرسال ما يتوفر من أعداد المجلة إليك مع العلم أن زوجتك باعتبـارها مدرسـة في المرحلة الثانـوية تستطيع الإطلاع على جميع الأعداد في مكتبة مـدرستها ، أمـا بـالنسبة لسـلاسل الكتب العلمية المبسطة والأفلام العلميـة فلا تتوفر لدينا .

*** الأخ / زعلان محمد الشريف ، الجزائر**

نأمل يا أخانا ألا تكون « زعلان » لتأخر الرد عليك والـذي ذكرت أنك تنتظـره بفارغ الصبر وسنعمل على إجابة طلبك بإذن الله .

*** الأخ الأستاذ / عبـد الله أحمد عبـد الله المعلم ، الدشة الشمالية ـ تاروت**

المجلـة يـاعـزيـــزي تبـاع في عـدد من المكتبـات والمحـلات التجـاريـة الكبرى في جميع مناطق المملكـة ، كما يمكنك الحصول عليهـا عن طـريق شركة التـوزيع أو أقـرب فرع لها في منطقتك ، وأهلا بك .

*** الأخ الطـــالب / وائل ســالم القـــرشي ، الطائف**

نشكـرك على مشـاعـــرك الطيبـة تجاه المجلـــة ونقـدر لك إهتمامـك بها خـاصـــة وبالعلوم بصفة عامة ، ونتمنى لك مستقبلاً زاهراً إن شـاء الله . والمجلة في طـريقها إليك إن شاء الله .

*** الأخ / محمد صالح عثمان ـ الأردن .**

أهـلا بك صديقـاً للمجلة ونشكـرك على مشاعـرك الرقيقـة ، ونأمل أن نكون ونبقى عند حسن ظن جميع القراء بنا ، أما الأعداد التى طلبتهـا فنأمل أن تكـــون وصلتك مع خالص تمنياتنا لك بالتوفيق .

### تنويه

ورد في العـــدد ٣٧ خطـأ مطبعي غير مقصود وذلك في مقـال « أمراض المنـاعة الذاتية » صفحـة ٣٢ شكل (٢) والعمود الثالـث ، وأسرة المجلة إذ تعتذر عـن هذه الأخطـاء تـود أن تصوب هـذه الأخطـاء وذلك كما يلي :ـ

١ـ تستبـــدل كلمـة « المنشطـة » بكلمـة « المثبطـة » وذلك تحـــت الشكــل (٢) والعنوان « ● العقاقير ............. » .

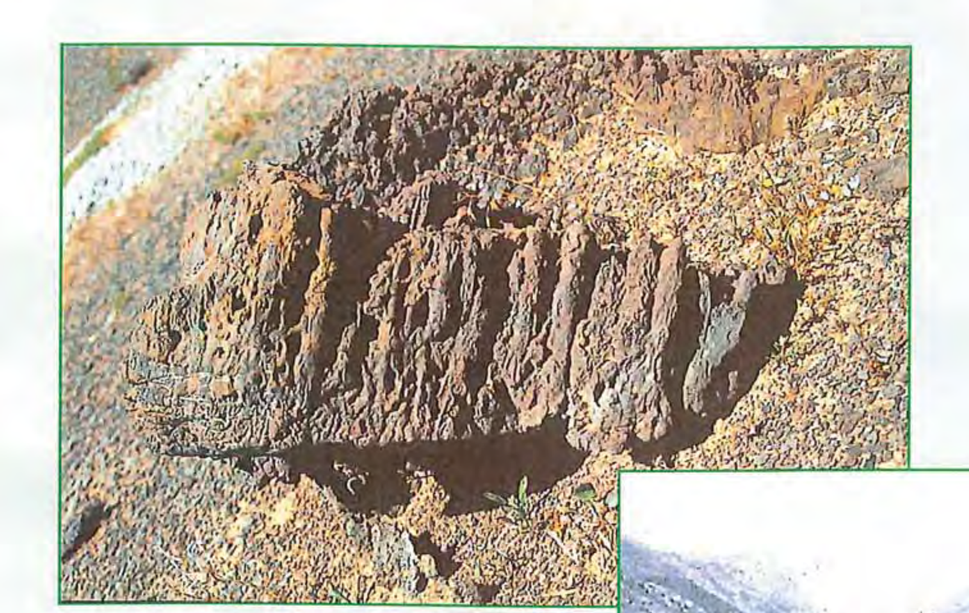
٢ـ تستبـــدل كلمـــة « تنشيـط » بكلمـة « تثبيط » وذلك في السطــر الثـاني تحت العنوان « ● العقاقير ............. » .

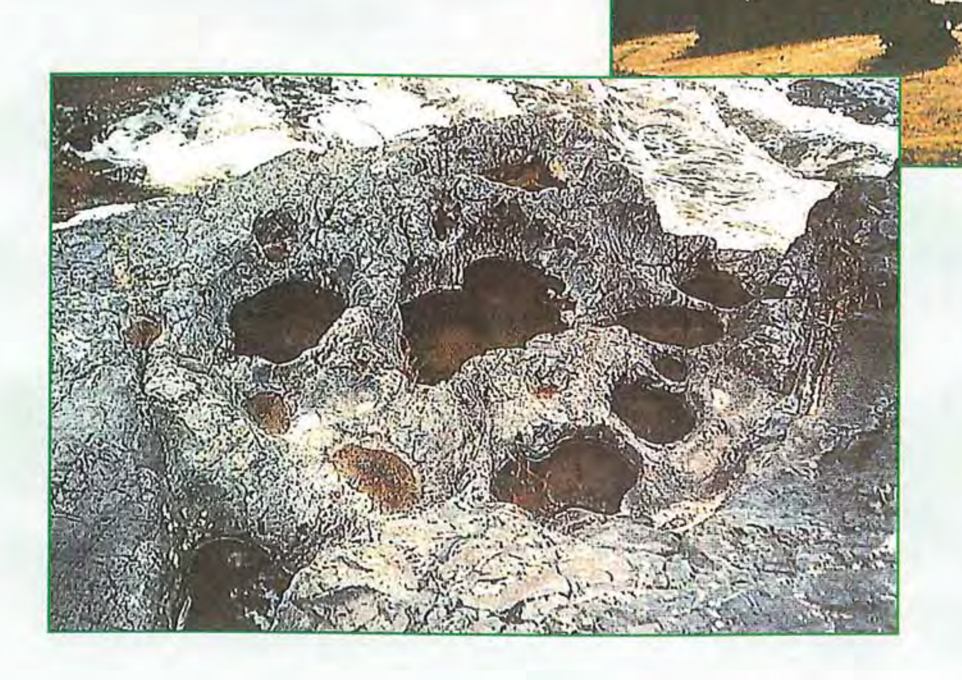
في

العدد المقبل

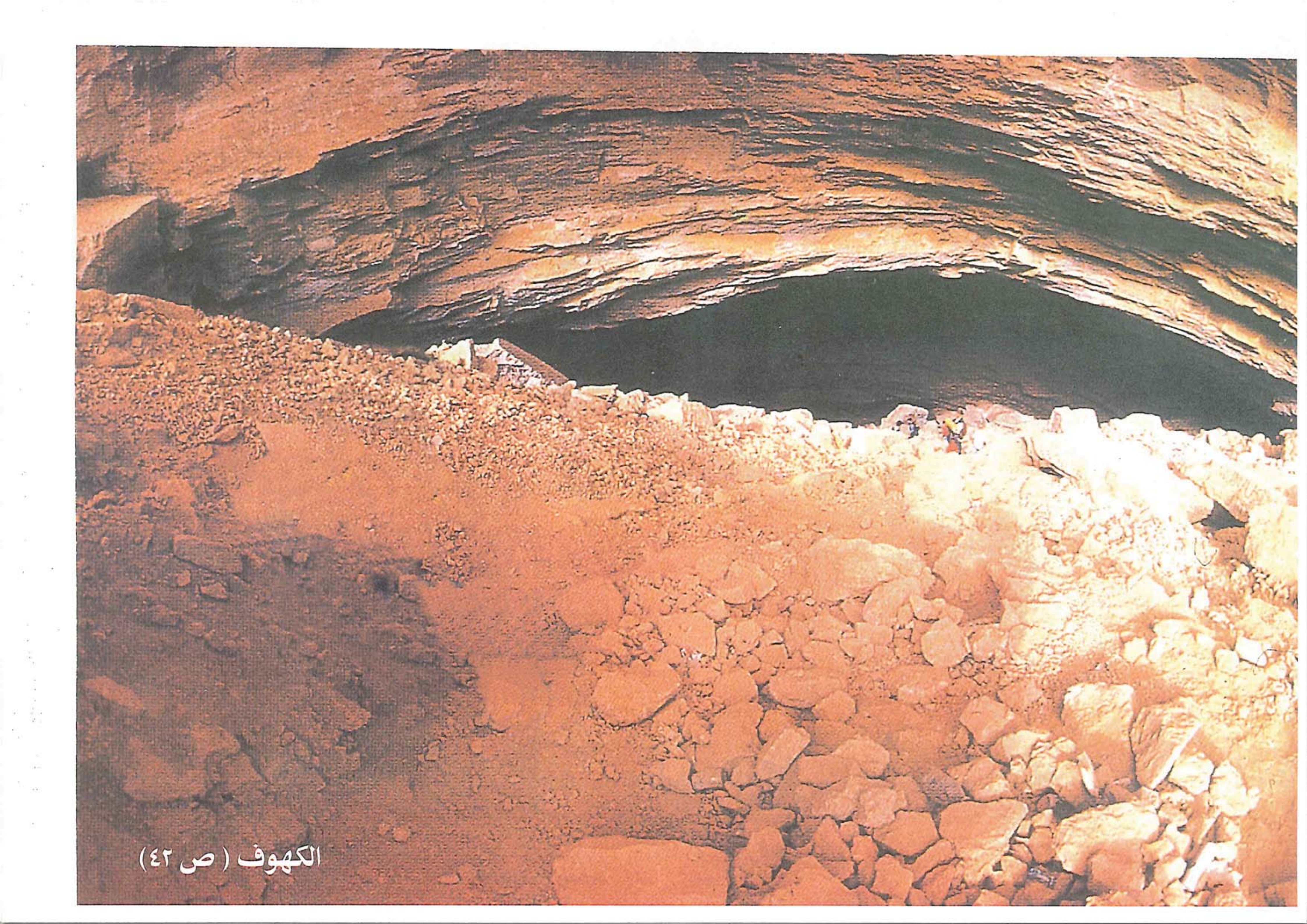
# ظواهر جيولوجية

( الجزء الثاني )





العبيكان
Obeikan
(01) 4983392

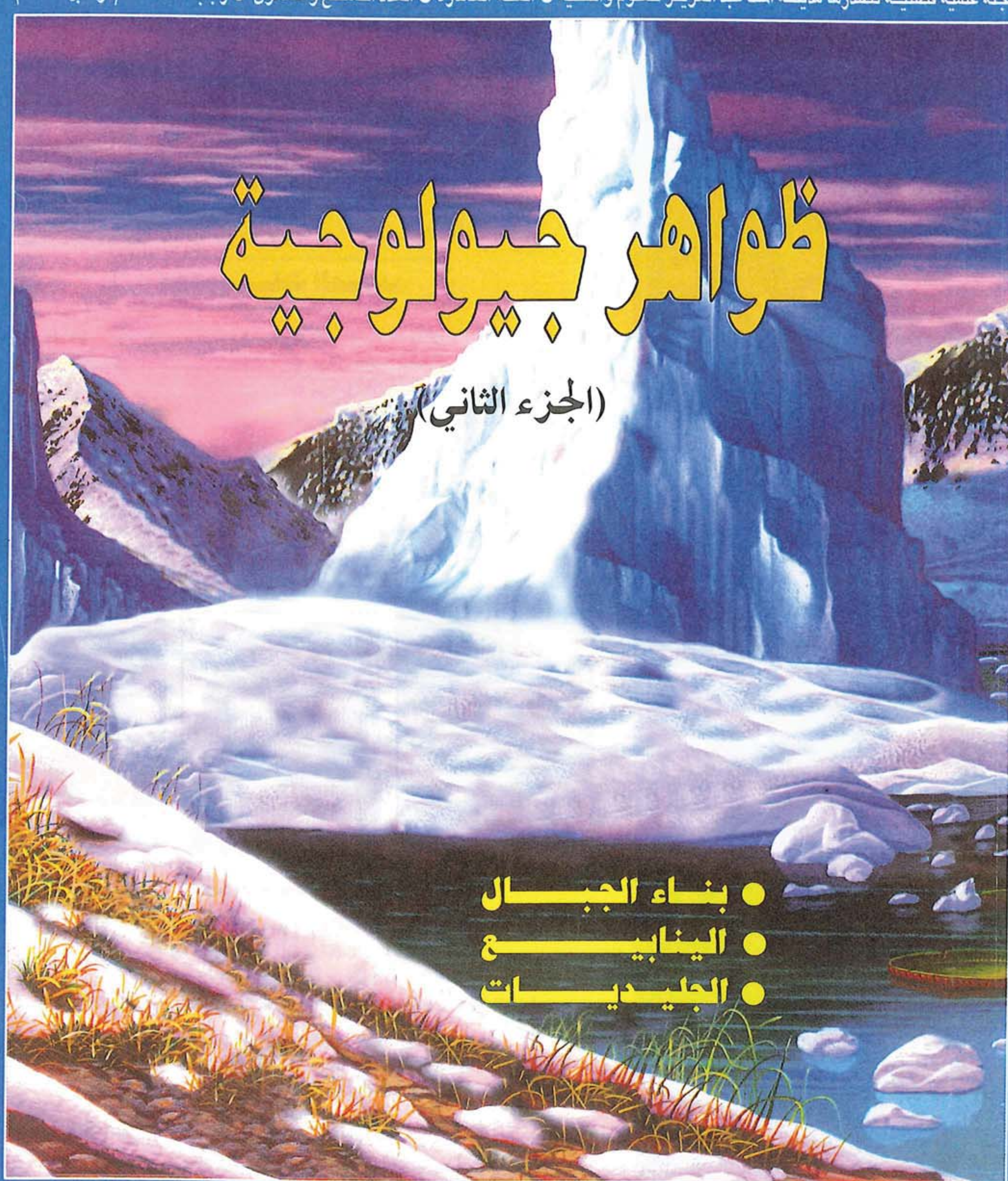


الكهوف ( ص ٤٢)

# العلوم والتقنية

KING ABDULAZIZ CITY FOR SCIENCE AND TECHNOLOGY

مجلة علمية فصلية تصدرها مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية ● السنة العاشرة ● العدد التاسع والثلاثون ● رجب ١٤١٧ هـ /نوفمبر ١٩٩٦م



## منهـــاج النشـــر

*أعزاءنا القراء :*

يسرنا أن نؤكد على أن المجلة تفتح أبوابها لمساهماتكم العلمية واستقبال مقالاتكم على أن تراعى الشروط التالية في أي مقال يرسل إلى المجلة :ـ

١ـ يكون المقال بلغة علمية سهلة بشرط أن لايفقد صفته العلمية بحيث يشتمل على مفاهيم علمية وتطبيقاتها .

٢ـ أن يكون ذا عنوان واضح ومشوق ويعطي مدلولاً على محتوى المقال .

٣ـ في حالة الاقتباس من أي مرجع سواء كان اقتباساً كلياً أو جزئياً أو أخذ فكرة يجب الإشارة إلى ذلك ، وتذكر المراجع لأي اقتباس في نهاية المقال .

٤ـ أن لايقل المقال عن أربع صفحات ولايزيد عن سبع صفحات طباعة .

٥ـ إذا كان المقال سبق أن نشر في مجلة أخرى أو أرسل إليها يجب ذكر ذلك مع ذكر اسم المجلة التي نشرته أو أرسل إليها .

٦ـ إرفاق أصل الرسومات والصور والنماذج والأشكال المتعلقة بالمقال .

٧ـ المقالات التي لاتقبل النشر لاتعاد لكاتبها .

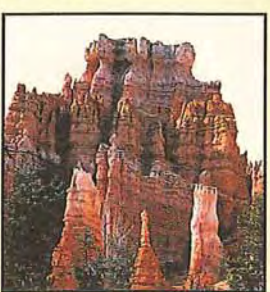
يمنح صاحب المقال المنشور مكافأة مالية تتراوح مابين ٣٠٠ إلى ٥٠٠ ريال .

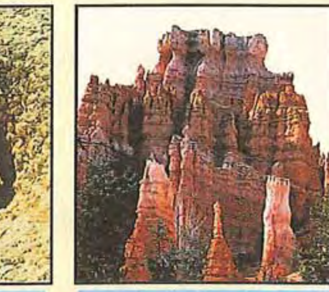
## محتويـــات العـــدد


● قسم الجيولوجيا ـــــــ ٢
● الأحافيـــــر ـــــــ ٤
● بناء الجبال ـــــــ ١٠
● عالم في سطور ـــــــ ١٥
● التجويـــة ـــــــ ١٦
● الجديد في العلوم والتقنية ـــــــ ١٩
● الانخسافات ـــــــ ٢٠
● الجليديـــات ـــــــ ٢٣
● الينابيـــع ـــــــ ٢٩
● كتب صدرت حديثاً ـــــــ ٣٥
● عرض كتاب ـــــــ ٣٦
● من أجل فلذات أكبادنا ـــــــ ٣٩
● مساحة للتفكير ـــــــ ٤٠
● كيف تعمل الأشياء ـــــــ ٤٢
● مصطلحـات علميـــة ـــــــ ٤٤
● بحـوث علميـــة ـــــــ ٤٥
● شريـط المعلومـات ـــــــ ٤٦
● مـــع القــــراء ـــــــ ٤٧
● من إصدارات المدينة ـــــــ ٤٨



الأحافير


التجوية


الإنخسافات



## المراســـــلات


**مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية**
الإدارة العامة للتوعية العلمية والنشر
ص.ب ٦٠٨٦ ـ الرمز البريدي ١١٤٤٢ ـ الرياض
ترسل المقالات باسم رئيس التحرير ت : ٤٨٨٣٤٤٤ ـــ ٤٨٨٣٥٥٥

**journal of Science & Technology**
**King Abdulaziz City For Science & Technology**
Gen. Direct. of Sc. Awa. & Publ. P.O. Box 6086
Riyadh 11442 Saudi Arabia





# العلوم والتقنية







قراءنا الأعزاء

يحدونا كبير الأمل ونحن نصدر هذا العدد الجديد (٣٩) من مجلة العلوم والتقنية أن نحوز على رضاكم الذي هو أهم أهدافنا ، وذلك بعرض مادته بأسلوب يلائم الجميع ، وأن نكون قد وفقنا في تغطية معظم - إن لم يكن جميع - الظواهر الجيولوجية ، حيث تطرقنا في الجزء الأول إلى عدد منها ، وفي الجزء الثاني سنتطرق إلىَخر ، ومما لاشك فيه أن هذه الظواهر لها تأثير على هذا الكوكب الذي نعيش عليه ، وبالتالي لها تأثير على تنوع وسلوك الكائنات الحية التي تعيش عليه ، بما فيها الإنسان .

قراءنا الأعزاء

لقد درجنا على إعطاء فكرة موجزة عن محتويات العدد بما فيها محتويات الأعداد التالية التي تغطي الموضوع نفسه ، يتم هذا من خلال المقال الافتتاحي الذي يتصدر مقالات الجزء الأول من كل موضوع ، وذلك حرصاً منا على إعطاء القارىء فكرة موجزة عن الموضوع بكامله ، ومن ثم يأتي التفصيل عنها في مواقعها من الأعداد اللاحقة .

قراءنا الأعزاء

يشتمل هذا العدد على ستة مقالات يتحدث كل منها عن ظاهرة جيولوجية معينة هي : الأحافير ، وبناء الجبال ، والتجوية ، والانخسافات ، والجليديات ، والينابيع ، إضافة إلى الأبواب الثابتة التي تضفي على العدد رونقاً وبهاءً .

والله من وراء القصد والهادي إلى سواء السبيل ،،،






# قسم الجيولوجيا بكلية العلوم

## جامعة الملك سعود

أنشيء قسم الجيولوجيا بكلية العلوم ـ جامعة الملك سعود عام ١٣٧٩هـ، ويعد أول قسم أكاديمي تم إنشاؤه لدراسة الجيولوجيا في المملكة العربية السعودية بل وفي شبه الجزيرة العربية . وفي عام ١٤٠٥هـ أضيف إلى القسم تخصص الجيوفيزياء، كأحد الأقسام المتاحة بالكلية .



بدأ قسم الجيولوجيا بعدد لايزيد عن خمسة طلاب، وعدد محدود من أعضاء هيئة التدريس، ومن خلال تطوره ونموه بلغ عدد المنتسبين له ـ حالياً ـ سبعة عشر عضو هيئة تدريس وخمسة باحثين ومساعدي أبحاث بالإضافة إلى عدد من الفنيين والرسامين، وقد بلغ عدد طلاب القسم مع بداية الفصل الأول ١٤١٧/١٤١٨هـ حوالي مائة وخمسين طالباً .

ويقوم القسم بتدريس معظم فروع العلوم الجيولوجية والجيوفيزيائية مع التركيز على ثمانية وعشرين فرعاً منها الجيولوجيا الطبيعية، وعلم الصخور، وعلم البلورات، وجيولوجيا البترول، والاستكشاف الجاذبي والمغناطيسي، وجيوفيزياء الأرض، والاستكشاف السيزمي، والزلازل، بالإضافة إلى بعض المواد التطبيقية مثل جيولوجيا وجيوفيزياء الحقل .

## أهداف القسم

من أهم الأهداف التي يسعى قسم الجيولوجيا إلى تحقيقها مايلي :

١ـ إعداد الكفاءات المتخصصة في مجالات الجيولوجيا والجيوفيزياء على مستوى مرحلتي البكالوريوس والماجستير .

٢ـ القيام بالبحوث الأكاديمية والتطبيقية في جميع مجالات الجيولوجيا والجيوفيزياء وخاصة فيما يتعلق بتنمية الثروات الطبيعية من معادن ونفط ومياه بالمملكة، بالإضافة إلى الإسهام في حل بعض المشكلات المتعلقة بالمشاريع الهندسية والتعدينية وغيرها .

٣ـ الإسهام في مجال تعريب علوم الأرض عن طريق ترجمة الكتب العلمية والتأليف ونشر المراجع المتخصصة .

٤ـ عمل دورات تخصصية وعقد ندوات علمية .

٥ـ تطوير الجمعية السعودية لعلوم الأرض التي احتضنها قسم الجيولوجيا منذ إنشائها، وعقد اللقاءات السنوية التي يرتادها المتخصصون في علوم الأرض تحت مظلة الجمعية .

## خطة الدراسة بالقسم

تقوم خطة القسم الدراسية لبرنامج البكالوريوس في تخصصي الجيولوجيا، والجيوفيزياء على أساس النظام الدراسي الجديد الذي وافق عليه خادم الحرمين الشريفين رئيس مجلس التعليم العالي ـ يحفظه الله ـ بالتوجيه البرقي الكريم رقم ٧/ب/٩٠٤٥ وتاريخ ٢٧/٦/١٤١٦هـ . ويسعى القسم الآن جاهداً للإعداد لبرامج تخصص جيولوجيا المياه . كما قام القسم باستحداث برنامج الدراسات العليا على مستوى درجة الماجستير ـ تمت الموافقة عليه في شوال ١٤٠٩هـ ـ وذلك في التخصصات الآتية : جيولوجيا البترول، وجيولوجيا المياه، وعلم الأحافير، والجيولوجيا الاقتصادية، والصخور الرسوبية والطبقات .

## إنجازات القسم

يمكن تلخيص أهم إنجازات قسم الجيولوجيا بجامعة الملك سعود فيما يلي :

### ● المتحف الجيولوجي

تم إنشاء المتحف الجيولوجي بالقسم في النصف الأول من عام

١٤٠٦هـ / ١٩٨٦م ، وتم تجهيزه بأحدث أنواع طاولات العرض ودواليب حفظ العينات . وقد روعي عند إنشاء المتحف أن يخدم المجالات المختلفة للجيولوجيا بالإضافة إلى الأغراض الدراسية والبحثية لمنسوبي القسم من الطلاب وأعضاء هيئة التدريس .

يحتوي المتحف على عدد كبير من العينات النادرة في المملكة العربية السعودية مثل عينات الجيولوجيا التاريخية، والتتابع الصخري بالمملكة والأحافير المرشدة ، وعينات المعادن والصخور بأنواعها المختلفة وخريطة توزيع المعادن بالمملكة ، ونماذج مكبرة وأخرى مصغرة للأحافير الفقارية ، وبعض النماذج والصور للنشاطات والبنيات الجيولوجية المختلفة ، بالإضافة إلى عينات من مناطق مختلفة من العالم .

## ● مكتبة القسم

تعد المكتبة نافذة لمنسوبي القسم من طلاب وأعضاء هيئة التدريس ، حيث تحتوي على عدد كبير من الكتب والأبحاث التي تفيد في إثراء البحث العلمي بالقسم . وتضم مكتبة القسم مجموعة متكاملة من مختلف أنواع الخرائط الجيولوجية الخاصة بالمملكة العربية السعودية . وهناك قسم خاص لعرض جميع الإنتاج العلمي لأعضاء هيئة التدريس وبحوث تخرج الطلاب بالقسم منذ إنشائه .

## ● التجهيزات العلمية

تعد الأجهزة العلمية والمعدات ووسائل الإيضاح في القسم من أهم الوسائل التي تساند حركة التطور في البحث العلمي . ومن الأجهزة الموجودة حالياً بالقسم ما يلي :

١ـ مجهر المسح الإلكتروني ، ويستخدم في دراسة أسطح المعادن والأحافير وتصويرها .
٢ـ جهاز الأشعة السينية الفلورسينية لتحليل الصخور .
٣ـ جهاز التحليل الإلكتروني لدراسة المعادن .
٤ـ عدد من أجهزة المسح الجيوفيزيائي .
٥ـ جهاز الامتصاص الذري لقياس تركيز العناصر في الصخور .
٦ـ مجاهر مستقطبة لدراسة المعادن والصخور .
٧ـ استريوسكوبات لاستخدامها في الرؤية المجسمة للصور الجوية .
٨ـ أجهزة المساحة مثل التيودولايت والأليداد .
٩ـ أجهزة قطع الصخور ، وتجهيز الشرائح الرقيقة (Slides) للصخور .

## ● جمعية علوم الأرض

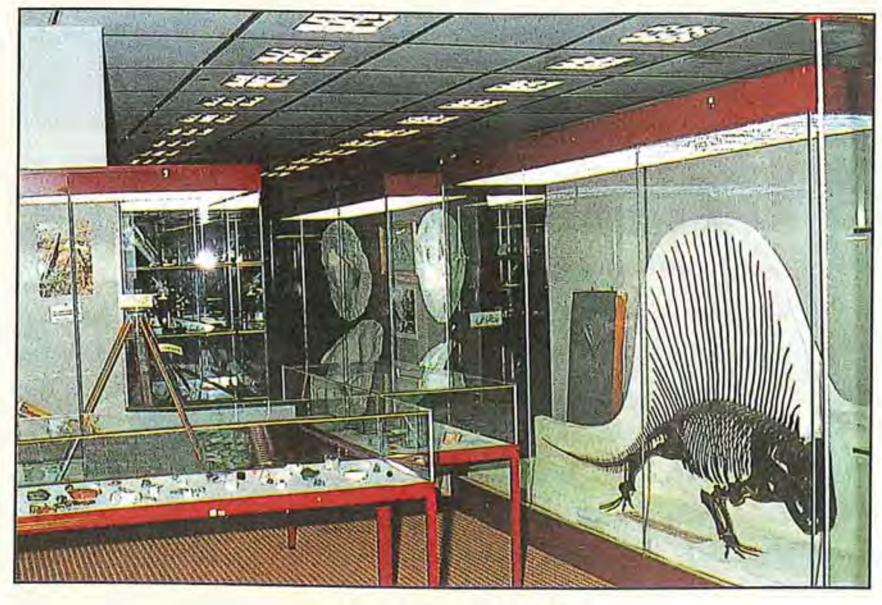
تعد الجمعية السعودية لعلوم الأرض إحدى إنجازات القسم ، وقد أنشئت هذه الجمعية بناء على اتفاق بين أعضاء هيئة التدريس في جامعات المملكة على أن يتولى هذا المشروع أعضاء هيئة التدريس بقسم الجيولوجيا بجامعة الملك سعود . وقد وافق المجلس العلمي بالجامعة على إنشائها بتاريخ ١٤٠١/٨/١٢هـ .

وقامت الجمعية السعودية لعلوم الأرض بكثير من الإنجازات منها عقد ثلاثة لقاءات علمية أُلقي فيها كثير من الدراسات والبحوث الجيولوجية ، وكان آخر لقاء لها بتاريخ ١٤١٧/٦/٣هـ، رعى افتتاحه صاحب السمو الملكي الأمير سلمان بن عبد العزيز أمير منطقة الرياض ، وأقيم فيه المعرض الجيولوجي الأول ممثلاً بمؤسسات وشركات جيولوجية وطنية .

## الخطط المستقبلية

ترتبط الخطط المستقبلية لقسم الجيولوجيا بالخطط التي تضعها الجامعة ، سواء من حيث المناهج أو استحداث بعض التخصصات الفرعية وغير ذلك . ويسعى القسم دائماً إلى مراجعة مناهجه من خلال لجنة داخلية بالقسم ، بالإضافة إلى لجنة الخطط الدراسية بالقسم .

ولعل من أهم الخطط المستقبلية التي يرنو إليها القسم هي وضع برنامج تخصص جيولوجيا المياه ، وتطوير المتحف الجيولوجي ، وزيادة محتوياته بشكل يعكس التطور الذي تعيشه مملكتنا الحبيبة. كما يأمل القسم في التوسع في الدراسات العليا بحيث تشمل جميع التخصصات الفرعية . ومن الخطط المستقبلية أيضاً إنشاء درجة الدكتوراه في الجيولوجيا بعد استكمال التجهيزات الأساس .



● المتحف الجيولوجي بالقسم



# الأحافير

د. عبد العزيز بن عبد الله بن اللعبون

الأحافير ( Fossils ) ـ المستحثات أو المتحجرات ـ هي كل ما تركته الأحياء الهابة والدابة على الأرض ـ عبر سجلها الجيولوجي القديم ـ من أثر في الصخور ، وقد تكون الأحافير كبيرة يمكن رؤيتها بالعين المجردة كقوالب أو طبعات الأشجار والأوراق والأصداف والعظام وغيرها ، وقد تكون دقيقة لا تُرى إلا بالمجهر العادي كالفورامنيفرا ( Formanifera ) ، ودقيقة جداً لا تُرى إلا بالمجاهر الإلكترونية عالية التكبير كحبوب اللقاح والأبواغ ( Spores ) وقد تكون الأحافير آثاراً لتلك الأحياء كحُفَر وثقوب الديدان والحشرات أو فضلات وإفرازات أو آثار أقدام الحيوانات .

تمثل الأحافير سجلا زمنياً للأرض حيث أثبتت الدراسات الجيولوجية المبكرة أن لكل حقبة زمنية أنواعاً خاصة بها من الأحياء نباتية أو حيوانية ، إذ إنه عند انقراض أنواع من الأحياء تظهر أنواع جديدة أخرى ، وهذا ما مكّن علماء الجيولوجيا من تقسيم طبقات الأرض إلى وحدات زمنية تتميز بمحتواها الأحفوري . وبالعثور على شيء من هذه الأحافير يمكن تحديد عمر الطبقة أو مجموعة الطبقات ، فصخور العصر الكمبري مثلاً تميزها أنواع معينة من أحافير ثلاثيات الفصوص (الترايلوبيت - Trilobites ) ، أما العصر الأوردوفيشي فتتميز أحافيره بأنواع من الخطيات ( الجرابتوليت - Graptplites ) .. إلى آخره ..

من جانب آخر يتميز العصر الكربوني عما قبله من العصور الأخرى بانتشار الغابات الكثيفة وتنوُّع النباتات التي تفحّمت فيما بعد ، مما أعطى هذه الصخور صفة مميزة جعلت ذلك العصر يُعرَف بالعصر الفحمي ( الكربوني ).

تنتشر الأحافير بصفة عامة في طبقات الصخور الرسوبية ، إلاّ أن انتشارها هذا تتحكم فيه عوامل كثيرة منها : الظروف السائدة وقت ترسيب الصخور ، وما عاش عليها من أحياء ، وتهيئة العوامل المناسبة لحفظ آثار تلك الأحياء ، وهذا نادر الحدوث، لذا لا نجد إلا آثاراً لا تذكر من الأحافير لعدد لا يحصى من الأحياء التي عاشت على وجه البسيطة .

## أهمية الأحافير

رغم أهمية البحث العلمي والعمل الميداني المتواصل في اكتشاف الأحافير إلاّ أن الصدفة قد تتيح للباحثين دوراً مماثلاً في هذا المضمار . فقد تُقطَع طرق جبلية في الصحراء أو داخل مدينة فتكشف عن طبقات تحتوى على حفريات مُرشِدَة ، ومثال ذلك ما حدث بالفعل عندما قَطعت طرق فرعية تلاً صغيراً داخل مدينة عنيزة بالقصيم فتكشف مقطع لطبقة رقيقة لا تتجاوز سماكتها البوصتين مليئة بطبعات الأوراق والأغصان والجذوع والجذور والجذيرات والبقايا النباتية الأخرى . لقد كانت هذه الأحافير مادة غنية لسلسلة من الدراسات الجيولوجية والأحفورية التي تمخض عنها عدد من النتائج المهمة .

وتحظى الأحافير بأهمية بالغة في الدراسات الجيولوجية نظراً لما تقدمه من دليل قاطع على وجود تلك الأحياء وانتشارها وبيئات وجودها وما يوفره العثور عليها من تعزيز لتقدير عمر الأرض من جهة ومضاهاة طبقات الصخور بعضها ببعض من مكان لآخر من جهة أخرى .

## طرق حفظ الأحافير

تشير دراسات الأحافير إلى أن هنالك العديد من طرق التأحفر ــ حفظ هياكل الأحياء أو أجزاء منها أو آثارها ــ اعتماداً على عوامل عدة أهمها عاملان رئيسان هما : سرعة دفن الكائن الحي والعوامل التي تمنع تحلله ، حيث تساعد سرعة دفن النبات أو الحيوان ـ مثلاً كأن يسقط في ماء راكد ، أو يطمر تماماً برواسب ناعمة جداً ، أو إحلاله بمواد معدنية ـ على تقليل أو منع وصول الأكسجين إليه مما يمنع تفسخه ، وبالتالي حفظه بشكل أو بآخر .

### ● كيفية التأحفر

تبدأ عملية التأحفر بموت الكائنات الحية ، فتترسب وتختلط أو تدفن مع جزيئات الصخور ، حيث تتحل أجزاؤها

الـرخوة أولاً ثم الصلبـة ، إلا إذا أتيحت لها الفرصة للاحتفاظ بشكلها الأصلي أو أجزاء منه أو آثـارها في عملية تعرف بـالتأحفر أو التحجر التي تعتمد على عوامل عدة منها :

* **الهيكل** : لحفظ الكائن الحي لابد أن يكون له هيكل أو غلاف صلب يبقى بعد مماته لمدة من الزمن تكون كافية لطمـره بالرسوبيات وحفظه ، أما الأجزاء الرخـوة فإنها غالباً ما تتحلل ولا تترك أثراً إلا في حالات نادرة جداً.

* **مكان الترسيب** : يساعـد وجود الكـائن الحي قريباً من مكان الترسيب أو سرعة نقل هيكلـه بعـد مـوتـه إلى مكـان الترسيب على إتاحـة الفرصـة أكثر لطمره بـالرسـوبيات الناعمة كالطفل والـرماد البركاني وغيرها ، وبالتالي حفظه .

* **الدفن المباشر** : يساعد دفن الكائن الحي بعد موتـه مباشرة على منع أو تقليل وصول الأكسجين والبكتيريـا إليه ممـا يساعـد على حفظه من التفسخ والتحلل . وتـؤدي بيئات الترسيب هي الأخـرى دوراً في حفظ هيكل الكائن ، نتيجة لدفنـه بسرعة في المستنقعات والبرك الراكـدة ، كما تهيء المناطـق سريعة الترسيب فـرصاً أكثـر لحفظ هيكل الكـائن الحي من المناطق القارية أو بطيئة الترسيب.

## حفظ الأجزاء الصلبة

تحفظ الأجـزاء الصلبة للكـائنات الحيـة أكثر مـن الأجزاء الرخـوة ، وذلك لمقـاومتها للعوامـل الطبيعية من تجويـة وغيرها إلى أن تتـاح لها الفـرصـة للحفظ ، لـذا فإن معظم الأحــافير التي عثـر عليهـا في الطبقــات الصخرية كانت على هيئتها الطبيعية للأجزاء الصلبـة من الكـائنـات الحيـة كـالعظـام والأسنـان والأصـداف وغيرها ، هـذا وقـد تترك الأجزاء الصلبة آثاراً لها بإحدى الطرق التالية :

* **القـالب** : بعـد مـوت الكـائن الحي تتحلل وتتفسخ أجـزاؤه ، وتبقى الأجــزاء الصلبـة مختلطة بالرسوبيات التي تحيط بتلك الأجزاء ، وتـأخـــذ شكلهــا الخارجـي ، وبتصلب الرسوبيات تُكوِّن مايعرف بالقالب الخارجي ، ويقابلـه في الداخل القـالب الداخلي حيث تملأ الرسوبيات مكان الأجزاء الرخوة عند تحللها فتأخذ الشكل الداخلي للكائن الحي .

* **الطـابع** : ويعـرف بـالقــالب الطبيعي ويتميز عن القالبين الداخلي والخارجي بأنه يمثــل الشكـل الأصلي للجســم الصلــب بوجهيـه الداخلي والخارجي ، فبعـد امتلاء الجزء الداخلي بـالرواسـب وإحاطـة جزئه الخارجي بها وذوبان ذلـك الجسم وامتلاء مكـانه بمعـادن أو مـواد أخــرى ، فإنهــا تأخــذ الهيئـة الأصليـة للجسم ( الداخليـة والخارجية ) .

* **التفحم** : وينشـأ نتيجــة لـــدفن بعض الكـائنـات الحية مثل النبـاتـات والأسماك وبعض الكـائنــات الـدقيقــة فتعـزل عن الأكسجين ، لتتعرض لعملية تحلل لا هوائي فتفقد العناصر المكونة لها عدا الكربون الذي يتركـز على هيئـة طبقة رقيقـة تأخـذ شكل الكائن الحي .

* **التحجـر** : ينشـأ نتيجـة لتجمع الأجـزاء الصلبة للكائنات الحية وطمرها بالرواسب ، وعنـد تعـرضهـا للميـاه الجوفيـة الغنيـة بـالمعـادن فإن تلك المعـادن تملأ الفجـوات والفـراغات في هيـاكل وأصـداف الكائنـات الحيـة دون المساس بشكل تلك الأجسـام ، وغالبـاً ما تكون تلك المعـادن هي الكالسيت والسيليكا والمغنيسيوم والحديد والبايرايت ، وبهـــذا يحتفظ التركيـب الـــداخلي بكل تفاصيله.

* **الإحلال المعدني** : بموت الكائنات الحية وترسب هياكلهـا الصلبة في مياه أو محاليل غنيـة بـالمعـادن أو بتسرب الميـاه الجوفيـة الغنية بـالمعادن إلى تلك الهياكل بعد طمـرها بالرسوبيات تتخلل المعادن إلى الفراغات بين

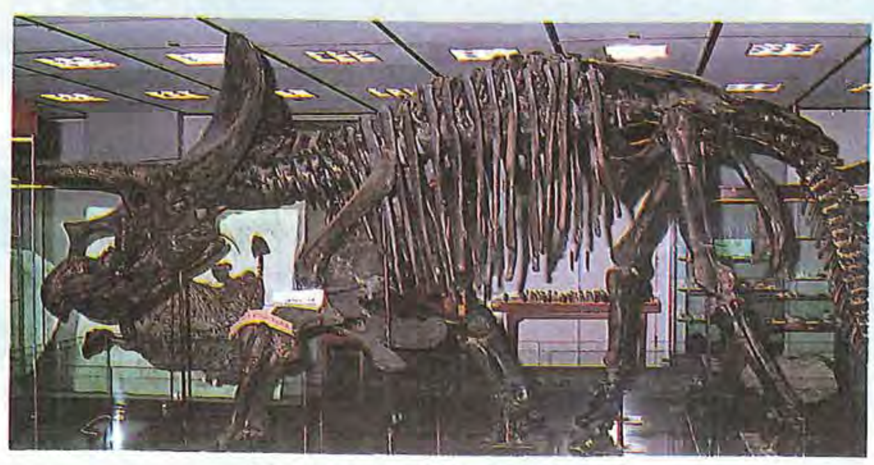


أحد الأحافير الحيوانية ( رأسقدميات ).

الخلايا ، فتتبلور وتتصلب فتحتفظ الهياكل بشكلهـا الأصلي بكـل أجـزائهــا في عمليـة استبدال كـاملة تعـرف بالإحـلال المعدني ، ومن أكثر عمليات الإحـلال شيوعاً الإحلال بـالكـــالسيت أو السيليكـا أو البـــايـرايت والمغنيسيـــوم والحديـد ، ورغم احتفـــاظ الشكل الخارجي للهيكل بعمليـــة الإحـــلال المعـــدني إلا أنـه يحدث تشـــوه في التركيب الداخلي للكائن الحي .

## الأحافير الحيوانية

شـــاءت قـــدرة اللـه بـأن يحفل سطح الأرض بتغيرات كبيرة في عــالم الحيـــوان والنبات فكلما انقرضت مجمـوعات ظهرت وازدهرت مجموعـات أخرى . ثم انقرضت لتحل محلهـا أخرى وهكـذا . ولولا العثـور على بعض الحفريـات لكائنات منقـرضة لما عرفنـا شيئا عن تسلسل المملكة الحيـوانية والنباتية ولبقيت حلقـات كثيرة مفقودة من سجل الكـائنـــات . وهـذا لا يعني أن سجل



أحفورة لأحد الحيوانات الفقارية المنقرضة.

الحيوانات والنباتات القديمة قد اكتمل ، كما أنه ليس من المتوقع اكتمال ذلك السجل بسهولة ، إذ مازال هناك الكثير من الثغرات التي بمواصلة البحث والاكتشاف يمكن تقليلها وتضييقها .

تشير نتائج الحفريات للعصور المختلفة في عمر الأرض إلى أن الحيوانات اللافقارية كانت أول المخلوقات الحيوانية حيث توضح الأحافير المتكشفة أن عصر الكمبري شهد بداية ظهور ثلاثية الفصوص ـ انقرضت في منتصف العصر البرمي ـ والخطيات ـ انقرضت بنهاية العصر الكربوني ـ وعضديات الأرجل ( Brachipods ) والإسفنجيات . وقد شهد العصر الأوردوفيشي والسيلوري بداية ظهور لا فقاريات أخرى مثل قنافذ البحر ( Echinoids ) والنتلويدات ( Nautiloids ) ومحراثيات الأرجل والمرجانيات والمنخريات ( Foramenifera ) ، أما العصر الديفوني فقد شهد ظهور الأمونيتات ( Ammonoids ) التي انقرضت بنهاية العصر الطباشيري .

وتشير الحفريات كذلك إلى أن العصر الديفوني شهد بداية ظهور الفقاريات ، حيث تعد الأسماك أول المخلوقات في العصر المذكور ، تلا ذلك ظهور البرمائيات والزواحف في العصر البرمي ، والطيور في منتصف العصر الجوراسي ، والثدييات في العصر الثلاثي ، ثم خلق الله الإنسان وميزه عن بقية مخلوقاته بأن خلقه في أحسن تقويم وذلك في العصر الرباعي .

## الأحافير النباتية

تعد القشريات من أقدم صور الأحياء النباتية ، حيث تزامن ظهورها مع ظهور الحيوانات اللافقارية التي ظهرت في العصر الكمبري . تلا ذلك ظهور النباتات عديمة الإزهار في نهاية العصر السيلوري وبداية العصر الديفوني ، والسرخسيات والنباتات المزهرة في نهاية العصر الديفوني وبداية العصر الكربوني .

### المجموعات النباتية

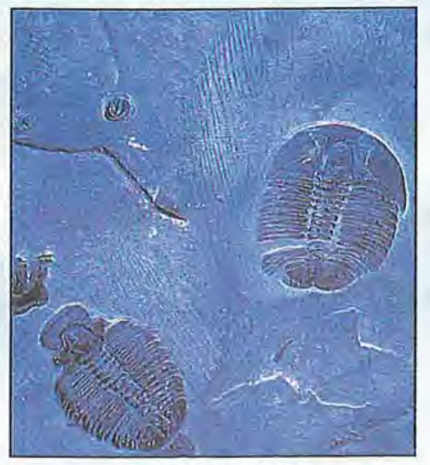
تنقسم النباتات المزهرة المعروفة باسم عاريات البذور ( Gymnosperms ) التي هي إحدى مجموعتي النباتات البذرية ( Spermatophytes ) إلى أربعة أقسام هي :

- النباتات السيكادية ( Cycads ) .
- النباتات الجنجوية ( Ginkgols ) .
- النباتات المخروطية ( Conifers ) .
- النباتات البنتومية (Benntinae ) .

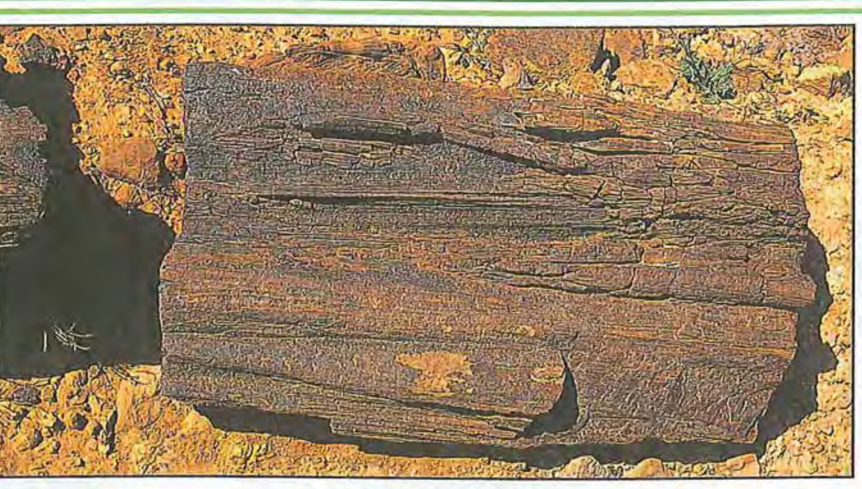
بدأ ظهور النباتات عاريات البذور من أوائل حقبة الحياة القديمة ، وهي تضم أنواعاً لاتزال حية ، وأنواعاً أخرى منقرضة، حيث تحدد حفريات النباتات المنقرضة عمر الطبقات التي وجدت فيها ، وتوفر الفرصة لمعرفة النباتات التي عاشت إبان تلك الحقبة الزمنية ، ومن أهم الطوائف المنقرضة أمكن التعرف على حفريات كل من طائفة الكوردايتوبسدا ( Cordaitopsida ) ، والكونيفروبسيدا ( Coniferopsida ) والتاكسوبسيدا ( Taxopsida ) .

### وصف النباتات

تتميز أشجار النباتات المخروطية بأنها



• أحافير ثلاثية التفصص.



● جزء من شجرة متحجرة.

تضم أضخم الأشجار وأقدمها ومنها شجرة سيكويادندرون جيجانت ( Sequoiadendron Giganteum ) التي قد يصل ارتفاعها إلى أكثر من مائة متر .

تعد نباتات طائفة الكوردايتسوبسيدا ـ نباتات مخروطية متطورة ـ من النباتات المنقرضة التي كان أول ظهورها في العصر الديفوني المتأخر ، ثم انقرضت أواخر حقب الحياة القديمة ، حيث بلغت أوج ازدهارها في العصر الكربوني المتأخر ، وتعد نباتات الكوردايتسوبسيدا أقدم نباتات بذرية ظهرت على الأرض ، وهي تضم أشجاراً عالية يصل ارتفاعها إلى ثلاثين متراً وذات جذوع قائمة لا تتفرع إلا في القمة ، وذلك بتفرع الكثير من الأوراق الشريطية البسيطة المتوازية التعرق والمرتبة حلزونياً حول محور الفرع والتي يتراوح طول الورقة منها بين ١٥سم إلى المتر .

وبجانب ذلك فقد تم العثور على حفريات لنباتات تتبع طائفة البذريات التريدية من قسم النباتات السيكادية ، وتعرف نباتات هذه الطائفة بالسراخس البذرية التي كان انتشارها أكثر وضوحاً في العصر الكربوني ، لهذا عرف العصر الكربوني بعصر السراخس ، ومنها السرخس البذري ليجينوبتيرس .

## الغابات المتحجرة بالمملكة

ازدهرت الحياة النباتية في جزيرة العرب ـ في ظروف مناخية معتدلة وأقرب ما تكون إلى القارية أو شبه الاستوائية ـ

لأكثر من فترة زمنية وتركت حفريات نباتية في عدد من طبقات الصخور . انتشرت الغابات الكثيفة بأشجارها الوارفة الظلال ، وتخللتها الأنهار الجارية وغمرتها الفيضانات من وقت لآخر ، وجفت في أوقات أخرى ، وانتشرت البحيرات والمستنقعات ، وفي هذه البيئات جرفت المياه جذوع الأشجار والنباتات الميتة ، وألقت بها في المنخفضات ومواقع الترسيب التي تغطيها المياه ، فوجد جزء يسير من تلك البقايا النباتية طريقه إلى الحفظ .

تعد صخور متكون عنيزة ـ يمتد عمرها للعصر البرمي ـ من أهم وأقدم الصخور في المملكة التي تحتوي على حفريات نباتية واضحة المعالم وكثيرة الانتشار خاصة أحجار رمل الشقة ، كما وتوجد أهم الحفريات النباتية بالمملكة في صخور العصر الترياسي التابعة لمتكون المنجور ، وصخور العصر الطباشيري التابعة لمتكون البياض والوسيع .

أما غابة القصيم المتحجرة فتعد من أقدم النباتات المتحجرة في الجزيرة العربية إذ إنها تنتمي إلى غابات العصر البرمي ، وهي عبارة عن جذوع وأغصان لأشجار متحجرة ، إضافة إلى طبعات أوراق وجذور وجذيرات توجد في الصخور الفتاتية الرملية والغرينية والطينية داخل مدينة عنيزة وفي منطقة الشقة ووادي الشجرة في منطقة القصيم . وقد أطلق اسم « غابة القصيم المتحجرة » على هذه الأحافير النباتية لظهور الصخور الحاملة لها في منطقة القصيم وعنيزة جنوباً إلى قصيباء شمالاً . ولا يعني إطلاق هذه التسمية بأي حال من الأحوال حصر وجود هذه الأحافير في منطقة القصيم ، إذ إنه قد يعثر على أحافير في طبقات للصخور نفسها في مناطق أخرى إلى الجنوب من منطقة القصيم مثلاً . ويمكن تفصيل أماكن الأجزاء المختلفة من أحافير النباتات وأعمارها والظروف التي أدت إلى انتشارها بالمملكة فيما يلي :

## الأجزاء النباتية للأحافير

أظهرت دراسة الأحافير المكتشفة في مدينة عنيزة وجود طبعات لأوراق نباتية متفرقة ، ومع أن هناك أحافير نباتية اكتشفت في صخور العصر البرمي المتأخر في مناطق متفرقة من الشرق الأوسط ، إلا أن وجود مثل تلك الأحافير النباتية الدقيقة لم يكن معروفاً في جزيرة العرب حتى قُطِعَ « تل أبو كحلة » في داخل مدينة عنيزة بطريق فرعية فتكشف مقطع لطبقة طينية غنية بالحديد مليئة بطبقات الأوراق والبقايا النباتية .

أدى العثور على أحافير نباتية متنوعة في هذه الطبقة إلى دراسة آلاف العينات الصخرية منها ، حيث تمكن الجيولوجي الفرنسي **ليموانيه** عام ١٩٧٨م **والخيال** وآخرون عام ١٩٨٠م **واللعبون** عام ١٩٨٢م من التعرف على العديد من أجناس وأنواع الوريقات النباتية .

بجانب طبعات الأوراق النباتية التي عثر عليها في مدينة عنيزة ، تم العثور على طبعات تحتوي على آثار الجذيرات ، وكذلك جذور متحجرة في صخور أخرى لمتكون عنيزة تظهر إلى الجنوب من مدينة عنيزة ، وكذلك في نقرة أبلق إلى الشمال الغربي من مدينة بريدة . ومن أجمل الجذور المتحجرة ما عثر عليه في طبقة غرينية عند قاعدة « تل أبو كحلة » وهي عبارة عن مجموعة من الجذور في مكان نموها يصل قطر مجموعها حوالي ثلاثة أرباع المتر وتبلغ سماكة تفرعاتها ما بين ( نصف بوصة إلى بوصة ونصف ) .

ورغم أنه كان معلوماً لدى بعض الجيولوجيين الذين عملوا بالقصيم منذ زمن طويل وجود قطع صغيرة متناثرة من جذوع لأشجار متحجرة في أجزاء متفرقة من منكشفات ( Out crops ) الصخور الفتاتية التي تقع أسفل الأحجار الجيرية لمُتكَوّن خف ، إلا أن تلك العينات كانت رديئة الحفظ ومتساقطة من مواقعها الأصلية مما يُقلل من قيمتها الجيولوجية ، غير أنه من خلال الدراسات الميدانية المستفيضة ونتيجة لعمليات التوسع العمراني وشق الطرق تكشفت مقاطع لطبقات جديدة ظهرت بها مجموعات من الجذوع المتحجرة والمحفوظة حفظاً جيداً في مواقع ترسيبها .

يصل طول بعض تلك الجذوع إلى أكثر من ستة أمتار ، أما قطرها فيصل إلى أكثر من ثلاثة أرباع المتر ، ومما يميز بعض عينات هذه الجذوع أنها تبين الكثير من تفاصيل الأنسجة النباتية الخارجية والداخلية وحلقات النمو السنوية . ويعد الكشف عن هذه الأشجار المتحجرة إسهاماً في تعزيز المعلومات الجيولوجية الخاصة بطبيعة غابات العصر البرمي المتأخر التي نمت في جزيرة العرب .



● طبعات أوراق نباتية متحجرة في القصيم.

## ● نباتات الغابة المتحجرة

من خلال دراسة ما أمكن العثور عليه من حفريات نباتية ، تم التعرف على مجموعات نباتية مختلفة تتبع النباتات البذرية ( Seed Plants ) ، ففي صخور مُتَكُّون عنيزة تكثر طبعات وريقات نباتية من جنس كورودايتس ( Cordaites ) ، وهي أوراق بسيطة شريطية متوازية التعرق ، وطويلة يصل طول الورقة منها إلى حوالي القدم . ومما هو معلوم عن هذا الجنس أنه من طائفة الكوردايتوبسيدا ( Cordaitopsida ) .

ربما كانت مجموعة الجذور التي عثر عليها عند قاعدة « تل أبو كحلة » ذات التفرعات الثنائية وأحياناً الثلاثية الأذرع والعقد والتغلظات الثانوية هي جذور لأشجار كوردايتس المذكورة التي تتبع لقسم النباتات المخروطية ( Conifers ) أو الصنوبرية ( Pines ) ، ومن الأوراق النباتية، أيضاً أمكن إثبات وجود جنس سفينوبترس ( Sphenopteris ) التي تعني سراخس أذناب الخيل ونيوروبترس ( Neuropteris ) وهي سراخس بذرية تابعة لطائفة البذريات التريدية ( Pteridophyta ) - عارية البذور - بيتريدو سبرموبسيدا (Pteridospermopsida) من صنف السراخس البذرية .

أما جذوع الأشجار المتحجرة فربما تكون من جنس أريكاريوزيلون ( Araucariozeylon ) .

## ● صخور الغابات المتحجرة

تنتشر أجزاء الأشجار المتحجرة من جذيرات وجذور وجذوع وطبعات أوراق في الصخور الفتاتية التي تقع أسفل الأحجار الجيرية لمُتَكُّون خف في الملكة والظاهرة على امتداد منكشفاتها تحت هذه الصخور الجيرية . فقد وجدت طبعات الأوراق في طبقة رقيقة لا تتجاوز سماكتها خمسة سنتيمترات ومكونة من صفائح رقيقة جداً من مواد طينية ( ليمونيتية ) ناعمة ترسبت في بيئات هادئة ربما كانت مستنقعات ، وبتساقط الأوراق عليها تركت طبعاتها بكل تفاصيلها . أما الجذور الكبيرة فقد وجدت في طبقات غرينية تحت أحجار الرمل المتوسطة والخشنة الحبيبات وفوق الطبقات الطينية التي احتوت على جذيرات صغيرة رديئة الحفظ . بينما احتوت تلك الأحجار الرملية على قطع طويلة وسميكة من الجذوع والأغصان المتحجرة ، وربما تكون هذه الأشجار قد جرفتها الأنهار ورسبتها مع أحجار الرمل في قيعان القنوات ، وهذا ما يفسر وجودها في هذه الأماكن التي تمتاز بنشاط بيئاتها الترسيبية غير المناسبة لحفظ البقايا النباتية والحيوانية . هذا ويكاد ينحصر وجود الجذوع المتحجرة في أحجار رمل الشقة بالقصيم .

## ● عمر الغابة المتحجرة

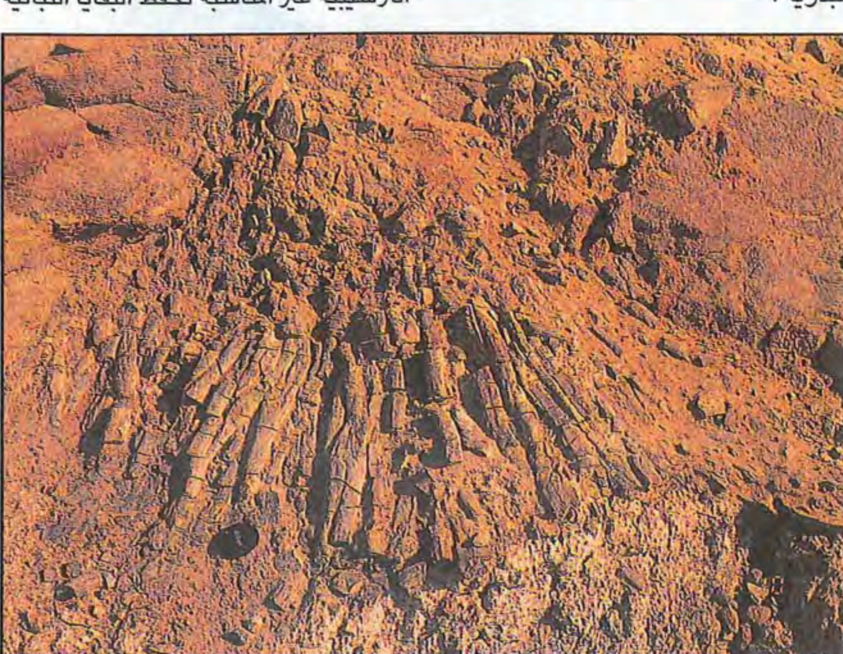
تشير الدراسات التي قام بها كل من **ليموانيه** و**الخيال** وآخرون و**اللعبون** على آلاف العينات الصخرية المحتوية على طبقات نباتية جمعت من الطبقة المتكشفة في مدينة عنيزة إلى أن العصر الجيولوجي لتلك الطبقات وما تحتويه من نباتات هو العصر البرمي المتأخر ( ٢٧٠ ــ ٢٥٠ مليون سنة تقريباً ) .

أما فيما يتعلق بالعمر الجيولوجي لمتكون عنيزة وأحجار رمل الشقة ومتكون الشجرة ككل وخاصة في الطبقات تحت السطحية إلى الشرق من منكشفاتها ، فإن ما عثر عليه من حبوب لقاح وأبواغ وغيرها يشير إلى أن عمرها الجيولوجي ربما يمتد من العصر الكربوني المتأخر إلى العصر البرمي المتأخر ( ٣٣٠ - ٢٥٠ مليون سنة تقريباً ) .

## ● المناخ وظروف الترسيب

يعتقد أنه نتيجة لتحرك جزيرة العرب ( ضمن قارة بانجيا العظيمة ) ببطء مُبتعدة عن القارة المتجمدة الجنوبية ، في بدء انحسار وذوبان الجليد الذي كان يُغطي أجزاءها الجنوبية إبان العصر الكربوني المتأخر والبرمي المبكر ، وباقتراب جزيرة العرب من مدار الاستواء ــ مع حلول العصر البرمي المتأخر - نعمت باعتدال الجو وسيادة الدفء والرطوبة مما هيأ الظروف لازدهار الحياة النباتية وتنوعها ، وجعل الغابات تغطي - بشكل كثيف ــ مساحات شاسعة من الجزيرة ، ومما يؤكد ذلك الحفظ الجيد لطبعات الأوراق والبقايا النباتية الأخرى التي عُثر عليها في مدينة عنيزة وطريقة ترتيبها المتطبق أنها ترسبت في بيئات هادئة جداً مع رسوبيات ناعمة الحبيبات في بحيرات أو مستنقعات ضحلة المياه .

هذا ، وقد ساعد تشبع المياه بالسيليكا إلى حفظ أدق التفاصيل للأوراق والبقايا النباتية التي تكدست عليها ، ومن الأدلة كذلك انتشار الجذيرات والجذور والأوراق النباتية في طبقات قريبة بعضها من بعض مما يؤكد أن تلك النباتات ترسبت في - أو



● جذور متحجرة بمنطقة تل أبوكحلة بالقصيم.

قريباً من ـ مواقع نموها . أما جذوع الأشجار المتحجرة فإن معظمها عثر عليه بين صخور رملية خشنة الحبيبات في قيعان الأنهار والقنوات مما يشير إلى أنها ترسبت في بيئات ترسيب نشطة أو عالية ، مما يرجح الاعتقاد بأن جذوع الأشجار تلك ربما جرفت بفعل الأنهار الجارية إلى مواقع ترسيب ليست بعيدة عن أماكن نموها . أما ما عثر عليه من جذوع أشجار متحجرة في مواقع نموها فهو خير دليل على أن هذه المنطقة وهذه الطبقات بالذات هي مكان نمو هذه الأشجار .

## ● انتشار الغابة المتحجرة

شجع اكتشاف الطبقة المليئة بطبعات الأوراق والبقايا النباتية في مدينة عنيزة على البحث عن طبقات أخرى ، فعثر **اللعبون** عام ١٩٨٢م على طبقة غرينية تحتوي على أحافير نباتية في مقطع الطريق المؤدية إلى مبنى الأرصاد التابع لوزارة الزراعة والمياه القابع على « جبل الصنقر » داخل مدينة عنيزة . كما عثر **الخيال وواجنر** عام ١٩٨٣م على طبقات أخرى في الشقة وجال الوطاة شمال مدينة بريدة بالقصيم . هذا ومازال البحث جارياً عن المزيد من الطبقات الغنية بمحتواها النباتي الأحفوري .

بالإضافة إلى الطبعات في مدينة عنيزة وشمال مدينة بريدة ، فإن قطعاً متناثرة من الجذوع المتحجرة تنتشر على امتداد منكشفات متكون عنيزة ، ولمسافات طويلة تتجاوز المئة كيلو متر من مدينة عنيزة جنوباً حتى منطقة قصيباء شمال القصيم ، وما ظهور بعض الصخور المحتوية على هذه الأحافير النباتية إلا دليل على انتشار الغابات في جزيرة العرب آنذاك .

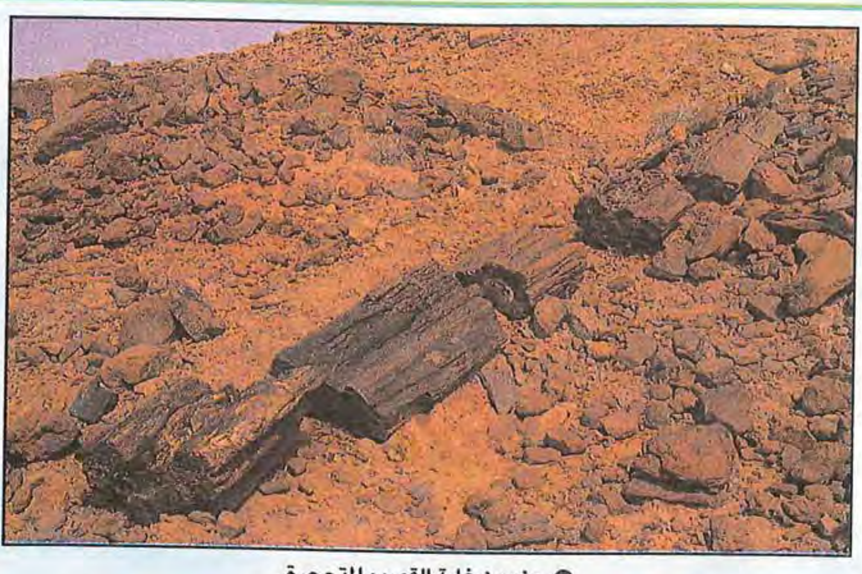
وبمقارنة الأحافير النباتية لمتكون عنيزة في وسط جزيرة العرب بتلك التي عُثر عليها في جنوب غرب إيران ومنطقة حضرو بجنوب شرق تركيا والقعارة بغرب وسط العراق ، يتأكد امتداد غابات العصر البرمي المتأخر إلى تلك الأجزاء واحتمال انتشارها في مناطق أخرى .

## ● المجموعات النباتية

أمكن التعرف على عشرات من أنواع النباتات القديمة من خلال طبعات وريقاتها التي عُثر عليها في طبقات الصخور المحتوية على الأحافير النباتية في مدينة عنيزة ، وغيرها من المناطق مثل طبقة تل أبو كحلة التي تحوي رقائق متطبقة تحتوي على العديد من أنواع الوريقات وسيقانها التي لم يعثر عليها في مواقع نموها ، إلا أن تجمعها في كميات كبيرة في هذه الطبقة يدل دلالة كبيرة على أن مواقعها الأصلية ربما لم تكن بعيدة عن مكان ترسبها الذي تكدست فيه . هذا من جهة ، ومن جهة أخرى فإن احتواء الطبقات التي تسفل وتعلو الطبقة الحديدية « الليمونيتية » على جذيرات وجذور نباتية يعزز هذا الرأي . أما طريقة حفظ الطبعات والتطبق المترقق والمتصفح لأحجار الطين والليمونيت فإنها إشارة واضحة على بيئات الترسيب الهادئة في بيئات جافة ربما كانت بحيرات أو مستنقعات دافئة في مناطق تغمرها مياه ضحلة وتجري خلالها أنهار ومناطق أخرى جافة ، وهذا ما يشير إليه انتشار النباتات التي سادت آنذاك .

وبجانب انتشار البقايا النباتية الرقيقة في طبقة تل أبو كحلة فقد عثر على جذور غليظة في أماكن نموها في الطبقات الغرينية التي تسفل طبقة الطبعات النباتية . وهذه الجذور تتراوح سماكتها بين نصف بوصة إلى بوصة ونصف .

وبالإضافة إلى طبقة الطبعات النباتية في تل أبو كحلة فقد عثر على طبقة أخرى في الجزء العلوي من متكون عنيزة ـ في الطريق المؤدي إلى جبل الصنفر ـ تحتوي على طبعات نباتية ، لكنها ليست جيدة الحفظ كتلك التي عُثر عليها في تل أبو كحلة .

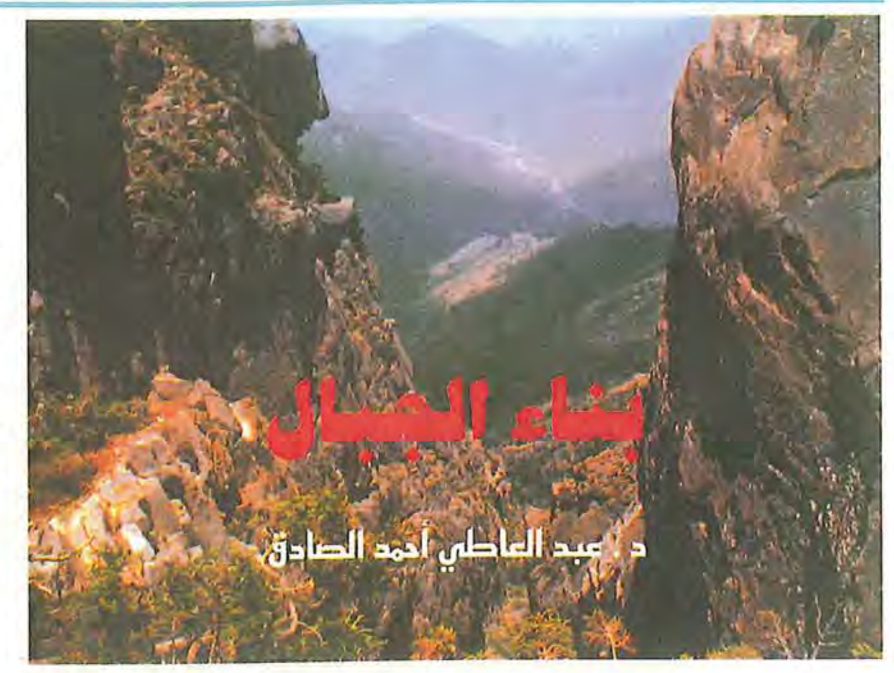


● جزء من غابة القصيم المتحجرة.

## ● حلم للجيولوجيين يتحقق

للكثير من المواقع الجيولوجية أهمية كبيرة من الناحية العلمية لتفردها بخصائص جيولوجية نادرة ، ومن تلك المواقع المقاطع المثالية للمتكونات أو الوحدات الصخرية الأخرى ، أو إحتوائها على بلورات لمعادن معينة ، أو حفريات مرشدة وغير ذلك . وكثيراً ما تستهوي تلك المواقع عامة الناس وخاصتهم فيُساء ـ بقصد وبدون قصد ـ استغلال ما تحتويه من ثروات علمية . وربما لا يكون الاهتمام لائقاً ببعض المعالم الجيولوجية فتتعرض لمعاول الهدم والتدمير دونما التفات لقيمتها العلمية .

وفي منطقة القصيم بادرت الجهات المسؤولة باتخاذ الإجراءات اللازمة للمحافظة على أجزاء من الغابة المتحجرة ، فقامت المديرية العامة للشؤون البلدية والقروية بمنع رمي الأنقاض في تلك المناطق، كما قامت بتسوير أجزاء من الغابة. هذا ، والعمل جار لتسوير أجزاء أخرى . وفي مدينة عنيزة تَسعى لجنة تجميل مدينة عنيزة وتحسينها للقيام بإجراءات تسوير الجزء الأسفل من المقطع المثالي لمُتَكوّن عنيزة في جبل أبو كحلة ، حيث توجد الطبقات الغنية بمحتواها الأحفوري من طبعات الوريقات والجذور والجذيرات والبقايا النباتية الأخرى .



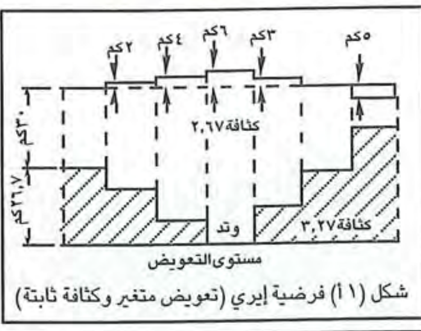

**يقول الله تعالى في محكم كتابه ﴿ والجبال أرساها ﴾ ( النازعات آية ٣٢ ). تعرف الجبال لغوياً ـ حسب ما جاء في القاموس المحيط ـ بأنها كل وتد للأرض عَظُمَ وطال ، فإن كان مفردا فإنه أكمة وجمعها أجبل وجبال . أما الجبال جيولوجياً فإنها مقاطع جد سميكة من القشرة الأرضية.**

وهذا يعني أن الجبال عبارة عن مناطق ترتفع عدة مئات من الأمتار فوق التضاريس المحيطة بها ، ولها أوتاد سميكة نتجت من سماكة القشرة الأرضية حتى يحدث توازن إيزوستاسي بين مكونات القشرة الأرضية وفقاً لكثافتها .

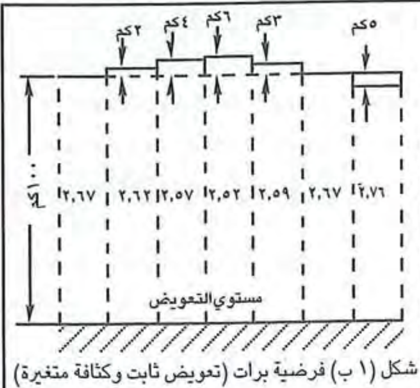
## التوازن الأيزوستاسي

عند قيام العالم **بوجير** ( Bouguer ) ببعض مسوحات الجاذبية في منطقة جبال الإنديز لاحظ أن قيمة الجاذبية المقاسة ( Observed Gravity ) لكتلة جبال الإنديز أقل من الجاذبية المحسوبة ( Calculated Gravity ) ، وفي منتصف القرن التاسع عشر توصل فريق انجليزي بقيادة **جورج إيفرست** (George Everest) إلى النتيجة نفسها ، حيث وجدوا أن قيمة الجاذبية المقاسة في قمة جبال الهملايا تعادل ثلث الجاذبية المحسوبة . شغلت هذه المعضلة العلماء في ذلك الوقت مما دعاهم ليطلقوا عليها مصطلح « اللغز الهندي » .

وفي عام ١٨٥٥م استطاع **أيري** ( Airy ) أن يجد حلا للّغز الهندي ، حيث ذكر أن القشرة الأرضية عبارة عن غلاف صلب يطفو فوق طبقة تحت سطحية لدنة ذات كثافة أعلا من كثافة القشرة الأرضية . وأن الجبال تمثل حملاً ( Load ) زائداً فوق سطح الأرض تم تعويضه بنقص في الكتلة



شكل (١ أ) فرضية إيري (تعويض متغير وكثافة ثابتة)



شكل (١ ب) فرضية برات (تعويض ثابت وكثافة متغيرة)

تحت سطحها الأرضي نتج عنه امتداد صخور القشرة الخفيفة ( قليلة الكثافة ) إلى أسفل لتكوِّن جذوراً ( Roots ) في الوشاح الذي تكون كثافته أعلا من كثافة مواد الوشاح المكونة منه الجبال ، شكل (١ ـ أ) ، أي أن هناك مستوى في الأرض يعرف بمستوى التعويض ، وأن هذا المستوى عميق تحت الجبال وأكثر ضحالة تحت القارات والمحيطات ، وأن الكتل الموجودة فوق هذا السطح موزونة إيزوستاسياً ( Isostacy ) بمعنى أن لها الكتلة نفسها .

في عام ١٨٥٩م اقترح العالم **برات** ( Pratt ) فرضية أخرى للتوازن الأيزوستاسي جاء فيها أن مستوى التعويض الأيزوستاسي يتم بوجود عمق ثابت ضبطت فيه الكتل التي تعلوه بتغير جانبي في الكثافة ، شكل (١ ـ ب) .

عند إخضاع هاتين الفرضيتين للتجربة العملية وجد أن معظم المناطق الطبوغرافية يمكن وزنها أيزوستاسياً طبقاً لفرضية **أيري** ، شكل (٢) ، إلا أن هناك بعض المناطق القليلة غير الموزونة أيزوستاسياً مثل جزيرة قبرص وأغلب الجزر القوسية بسبب طبيعة تكوينها .

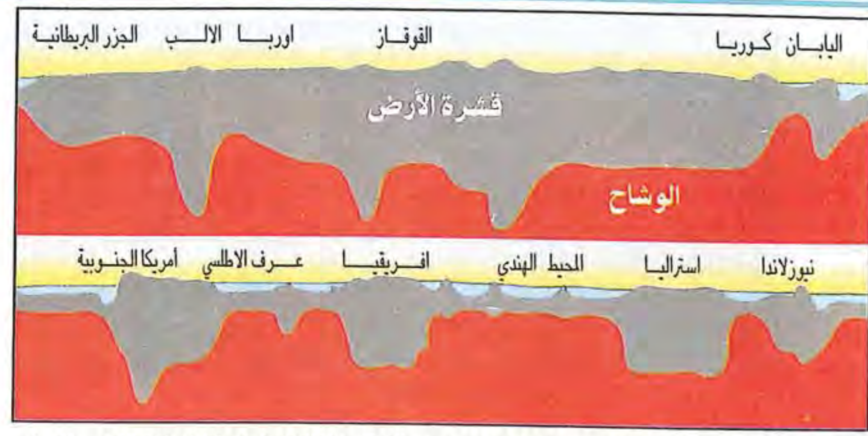
من جانب آخر يؤدي التأثير المزدوج لعمليات التعرية والتوازن الأيزوستاتي إلى اضمحلال القشرة في المناطق الجبلية مع مرور الزمن ، شكل (٣) .

## أنواع الجبال

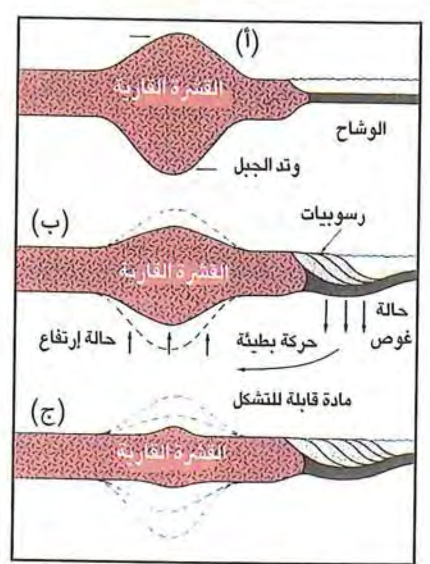
ليس من المألوف وجود جبلين متماثلين تماماً من حيث المظهر العام ، ولكن رغم ذلك تمكن العلماء ـــ اعتماداً على الطرق التي تكونت بها الجبال ـــ من تصنيفها في أربع أنواع رئيسة وذلك كما يلي :

### ● جبال الطي

تكونت هذه الجبال ، شكل (٤ ـ أ) ـ كما يدل اسمها ـ نتيجة لدفع وطي الرسوبيات المتراكمة في القعيرات العظمى ( Geosynclines ) ، وعلى الرغم من أن الطي هو السبب الرئيس الظاهر للعيان في تكوين تلك الجبال ، إلا أن




● شكل (٢) قطاعات في القشرة الارضية والوشاح تبين وجود الاوتاد في المناطق المرتفعة (التوازن الايزوستاسي).




● شكل(٣) تتابع إضمحلال القشرة بسبب التاثير المزدوج لعمليات التعرية والتوازن الايزوستاسي.

التصدع والتحول والنشاط البركاني موجود فيها بدرجات متفاوتة . ويعد هذا النوع من الجبال من أكثر الأنواع تعقيداً ، لذا يطلق عليه اسم الجبال المركبة . يتمتع هذا النوع بالتراكيب الأساسية نفسها التي تتألف عادة من مرتفعات متوازية من الصخور الرسوبية والبركانية المطوية والمتصدعة التي تعرضت معظم أجزائها إلى تحول شديد ، وحظيت بوجود أجسام نارية حديثة العمر . ويندرج تحت هذا النوع من الجبال تقريباً كل الأحزمة الجبلية العظمى مثل جبال الألب ، والهملايا ، وزاجروس ، وسلسلة الجبال الممتدة حول المحيط الهادي ( مثل سلسلة الانديز ) ، وجبال الأطلس ، وجبال الأورال ، وجميع أقواس الجذر مثل اليابان ونيوزيلندا .

## ● الجبال البركانية

يمكن تمثيل هذا النوع من الجبال شكل ( ٤ ـ ب ) بما يلي :

*** الأعراف المحيطية ( مرتفعات وسط المحيط ) :** وهي مرتفعات ضخمة تمثل حوالي ٢٠٪ من سطح الأرض ، وبذلك تعد أعظم المعالم الطبوغرافية فوق سطح الأرض.

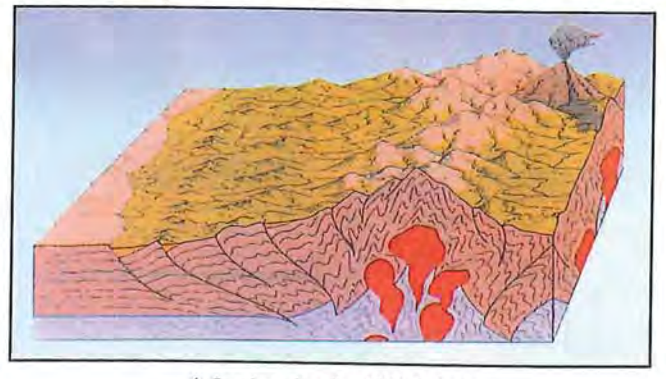
ترتفع هذه الجبال عدة كيلو مترات فوق سطح قاع المحيط ولكنها في بعض الأحيان تبرز فوق مستوى سطح البحر مثل أيسلندا ، وهي تقع عند الحدود المتباعدة عند مواقع انفراج واتساع قاع المحيط حيث يقوم الصهير المرتفع إلى أعلا والمنبعث من النطاق الوهن ( Asthenosphere ) بملء الفراغ الناجم عن تباعد الصفائح . تبرد هذه المادة ببطء مكونة قشرة محيطية جديدة لتكوِّن مرتفعات وسط المحيط .

تختلف الجبال المتكونة في وسط المحيط عن الجبال المكونة فوق اليابسة حيث إن جبال اليابسة تتكون من تتابع طبقي لرسوبيات سميكة تعرضت لتشوهات الطي والتصدع ثم غزتها صخور نارية . أما جبال أعراف المحيط فتتكون من طبقات متتابعة لصخور البازلت .

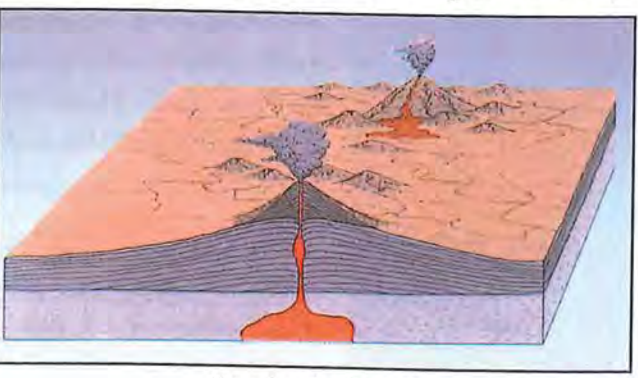
*** الجبال البركانية لوسط الصفائح :** ويعزى تكوينها إلى وجود بقع ساخنة ( Hot spots ) فوق تلك الأماكن ومن أمثلتها جزر هاواى في وسط صفيحة المحيط الهادي وجبل مرة بالسودان في الصفيحة الأفريقية .

## ● جبال الصدع

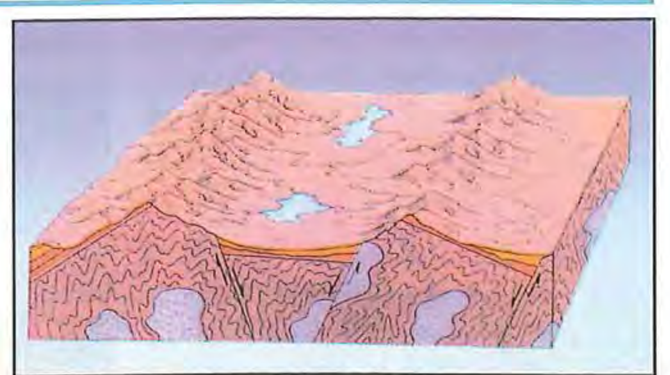
أعطيت هذه الجبال هذا الاسم لأنهاُ تحَدُ بصدوع عادية من جانب واحد على الأقل ، شكل ( ٤ ــ ج ) . وقد تتكون هذه الجبال بسبب عملية تقبب ( Updoming ) نتج عنها صدوع ، ومن أمثلتها الجبال الموجودة على جانبي الأخدود الأفريقي العظيم ، وجبال منطقة السلاسل والأحواض ( Basin and Range Province ) في نيفادا بالولايات المتحدة الأمريكية حيث تصدعت الأرض ــ نتيجة لقوى شد ــ إلى مئات الأجزاء لتكوِّن سلاسل جبال متوازية يبلغ معدل طولها حوالي ٨٠كم وترتفع بانحدار



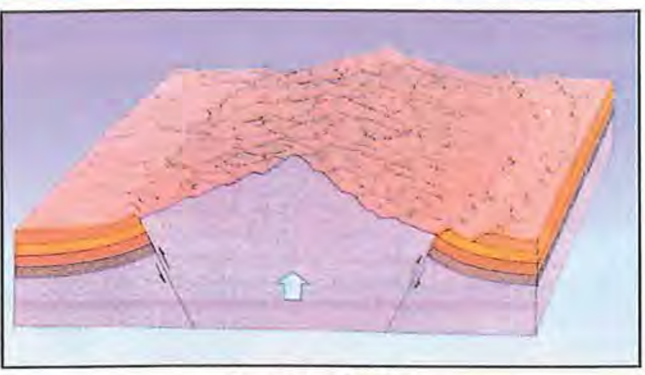
● شكل(٤أ) جبل مطوي ( معقد )



● شكل(٤ب ) جبل بركاني



● شكل(٤ج) جبل صدع



● شكل(٤د) جبل حت

شديد فوق التضاريس المجاورة لها .

## ● جبال الحت

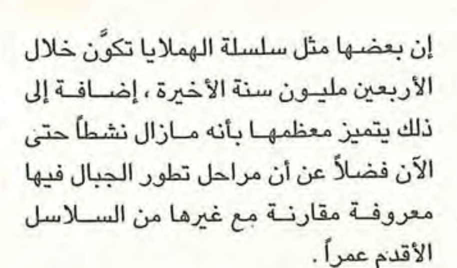
يتكون هذا النوع من الجبال ، شكل (٤ ـ د) من صخور القاعدة المركبة (Basement Complex Rocks) المكونة من صخور نارية ومتحولة وبعض الصخور الرسوبية التي تعرضت للتعرية ومن ثم تسويتها ، تلا ذلك ترسيب صخور رسوبية وتعرض المنطقة للرفع (Epierogenic Movement) لتأكل التعرية الصخور الرسوبية تاركة صخور القاعدة المركبة مرتفعة فوق المناطق المحيطة بها . ومن أمثلة هذا النوع من الجبال جبال كسلا وجبال الفاو بالسودان .

# توزيع الجبال

تتوزع الجبال في الكرة الأرضية وفقاً للموقع الجغرافي الموجودة فيه والزمن الجيولوجي التي حدثت فيه ، وذلك لأن الجبال تكونت في شكل أحزمة وسلاسل عظيمة الامتداد وأنها تكونت لأن الحركات البانية للجبال حدثت في فترات محددة من التاريخ الجيولوجي ، وعليه فمن الملاحظ وجود جبال في منطقة معينة من الكرة الأرضية وانعدامها في منطقة أخرى ، كما توجد جبال حديثة التكوين وأخرى تكونت منذ زمن سحيق .

## ● الأحزمة الجبلية الحديثة

تنتمي الأحزمة الجبلية الحديثة إلى السلاسل المركبة ، وقد بدأ معظمها في التكوُّن خلال المائة مليون سنة الماضية ، بل إن بعضها مثل سلسلة الهملايا تكوَّن خلال الأربعين مليون سنة الأخيرة ، إضافة إلى ذلك يتميز معظمها بأنه مازال نشطاً حتى الآن فضلاً عن أن مراحل تطور الجبال فيها معروفة مقارنة مع غيرها من السلاسل الأقدم عمراً .



تعد السلسلة الألبية الأحدث عمراً من حيث نشأتها وعليه فإنها من أشهر الأحزمة المكونة حديثاً ، ينسب إلى هذه الأحزمة السلاسل الجبلية التالية : ـ

* **سلسلة جبال الألب ـ الهملايا :** وتمتد من أوربا الغربية عبر إيران إلى شمال الهند والهند الصينية ، شكل (٥) .

***سلسلة جبال الكورديليرا الأمريكية :** وهي ممتدة على طول الحافة الغربية للأمريكتين الشمالية والجنوبية وذلك من مضيق ماجلان جنوباً إلى ألاسكا شمالا ،

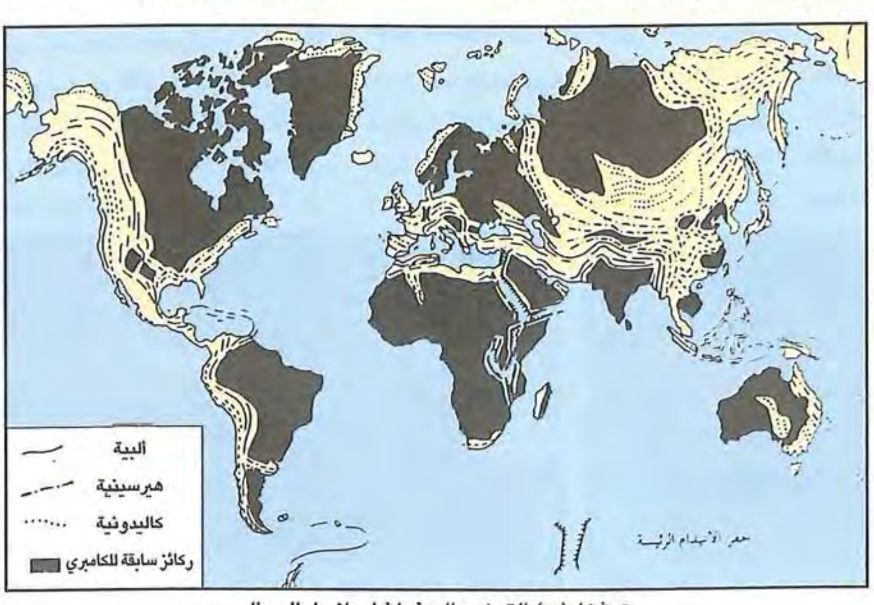
* **السلاسل الجبلية غرب المحيط الهادي :** وتضم أقواس الجزر مثل اليابان والفلبين ، وأندونيسيا ونيوزيلندا ... إلخ ، شكل (٥) .

## ● الأحزمة الجبلية القديمة

أشارت الدراسات التي أجراها علماء الأرض إلى أنه أمكن التوصل إلى معرفة سلاسل جبلية أقدم عمراً من السلاسل الحديثة ، ومن أهم هذه السلاسل مايلي :

* **السلسلة الكالدونية :** ويأتي اسمها من كالدونيا القديمة ، وتوجد في الدول الاسكندنافية وسيبيريا ، وهي سلسلة تنسب أعمار صخورها إلى العصرين السيلوري ـ الديفوني ( ٤٣٨ ـ ٣٦٠ مليون سنة ) ، شكل (٥) .

* **السلسلة الهيرسينية :** ويرجع تكوينها إلى العصر الكربوني( منذ حوالي ٣٦٠ ـ ٢٨٦ مليون سنة من الآن) ولذلك فإنها




● شكل(٥) التوزيع الجغرافي لسلاسل الجبال.

تتميز بأهمية اقتصادية لأنها تشمل كل الأحواض الفحمية الكبرى ، ومن أمثلة هذه السلسلة جبال الأبلاش في أمريكا الشمالية، وجبال الأورال في روسيا وجبال الغابة السوداء في ألمانيا ، شكل (٥) .

## نشأة الجبال

أصبح من المعلوم الآن أن معظم التضاريس العامة للقشرة الأرضية ( القارات ، والمحيطات ، والجبال، والأغوار المحيطية ... ) نتجت عن الحركات البنائية المصاحبة لحركة الصفائح ، غير أنه من المناسب ذكر النظريات القديمة التي طرحت لبناء الجبال بجانب تفسير بنائها حسب نظرية تكتونية الصفائح واستعراض ما طرح من نظرية حديثة لتفسير بعض الظواهر الخاصة بتكوين الجبال في بعض المناطق من الكرة الأرضية وذلك كما يلي : ـ

### ● نظرية القعيرة الكبرى

يطرح الافتراض القديم أن الجبال عبارة عن تجعدات في القشرة الأرضية نتجت عن البرودة التدريجية للأرض التي كانت أصلاً حارة جداً. شُبّه تشكل الجبال فوق قشرة الأرض بالتجعدات التي تُرى فوق قشرة برتقالية بعد جفافها ، إلا أن هذا الافتراض لم يصمد طويلاً أمام الاختبار ، إذ إنه في عام ١٨٥٠م قام عالم الأرض **جيمس هول** ( James Hall ) بدراسة وافية للطبقات الرسوبية في جبال الأبلاش بأمريكا الشمالية وتوصل إلى وجود سمك هائل من الصخور الرسوبية يصل إلى ١٠ آلاف متر في حوض لا يزيد عمقه عن عدة مئات من الأمتار ! لحل هذا اللغز اقترح **هول** أن هذه الرسوبيات تراكمت في منخفض رسوبي يهبط ببطء مع الوقت . أطلق على هذا المنخفض الرسوبي الطويل اسم القعيرة العظمى ( Geosyncline ) ، وقد توسع العالم **جيمس دانا** ( James Dana ) فيما بعد في نظرية القعيرة العظمى ، حيث افترض أن تعرض هذا السمك الهائل إلى قوى أفقية ضاغطة أدى إلى انكماش ( تقلص ) القشرة الأرضية وزيادة سمكها

● شكل(٦ ) قطاع عرضي نموذجي لقعيرة عظمى

مسبباً بناء جبال شاهقة الارتفاع ، بينما تم ضغط معظم الرسوبيات إلى أسفل في أعماق الأرض ، وبهذا نشأت سلسلة مركبة من الصخور الرسوبية والبركانية والمتحولة التى اعتراها الطي والتصدع والتحول .

أما الآن فقد أمكن وضع تصور أفضل للقعيرة العظمى على أنها تتكون من جزءين متميزين أحداهما يتكون من رسوبيات المياه الضحلة أطلق عليه اسم « القعيرة القارية العظمى » والآخر يتكون في اتجاه المحيط وتتراكم فيه رسوبيات المياه المحيطية « القعيرة المحيطية » ، شكل (٦) .

تتمتع نظرية القعيرة العظمى بمزايا ومحاسن عدة ، ولكنها لم تجب على العديد من الأسئلة التي من بينها :

١ ـ ماهي القوى الكامنة وراء حركات بناء الجبال ؟

٢ ـ لماذا هبطت القعيرة العظمى ؟

٣ ـ لماذا بقيت الرسوبيات المتراكمة دون تغير لملايين السنين ثم تعرضت فجأة لقوى أدت إلى طيها وتصدعها ومن ثم حقنها بمواد صهيرية ؟

حفّز عدم الإجابة على الأسئلة المذكورة العلماء على الاستمرار في البحث عن آلية مناسبة لحل معضلة بناء الجبال حتى ظهرت نظرية تكتونية الصفائح عام ١٩٦٨م وتطورها الذي مهد الطريق أمام تطور نظرية القعيرة العظمى بدرجة مكنت العلماء من الإجابة على الأسئلة المذكورة آنفاً .

### ● نظرية تكتونية الصفائح

تعد نظرية تكتونية الصفائح تطوراً وامتداداً لنظرية القعيرة العظمى في تفسيرها لتكوين الجبال ، ولكن تختلف عنها في موقع وطبيعة القعيرة العظمى ، فبدلاً من اعتبارها منخفضاً ضخماً يقع فوق الرصيف القاري المستقر أمكن النظر إليها في ظل نظرية تكتونية الصفائح كمنخفض يحتوي على رسوبيات ويقع على حواف القارات .

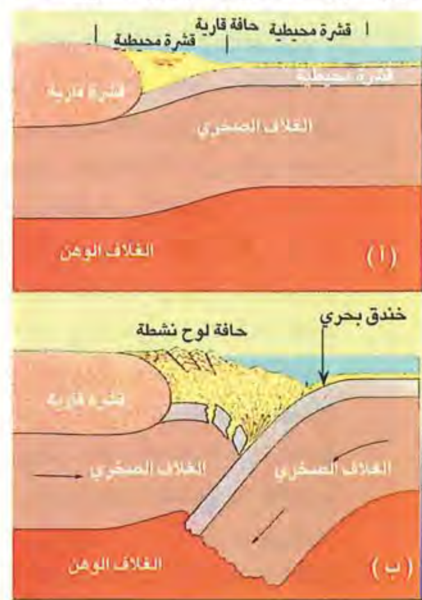
يتم بناء الجبال حسب هذه النظرية إما عند الحدود المتباعدة أو الحدود المتقاربة . حيث ينشأ عن تباعد الصفائح ـ عند اتساع قاع المحيط ـ انبثاقات بازلتية تؤدي إلى ظهور الجبال البركانية . من جانب آخر تمثل الحدود المتقاربة المواقع الأهم لبناء الجبال إذ إنه في مثل تلك المواقع تتسبب الصفيحتان المتقاربتان في إحداث قوى تضاغطية تؤدي إلى طيّ وتصدع التراكمات الرسوبية السميكة داخل القعيرة العظمى التي تقع على امتداد حواف القارات . إضافة لذلك يؤدي اندساس الصفيحة إلى زيادة في درجة الحرارة بسبب احتكاكها بما جاورها من مواد مما ينتج عنه انصهار جزئي لها ، ويكون هذا الانصهار مصدراً للصهير الذي يندفع إلى أعلا في شكل تدفقات بركانية ومحقونات لتكوّن جزرا قوسية . ويصنف تقارب الصفائح إلى ما يلي :

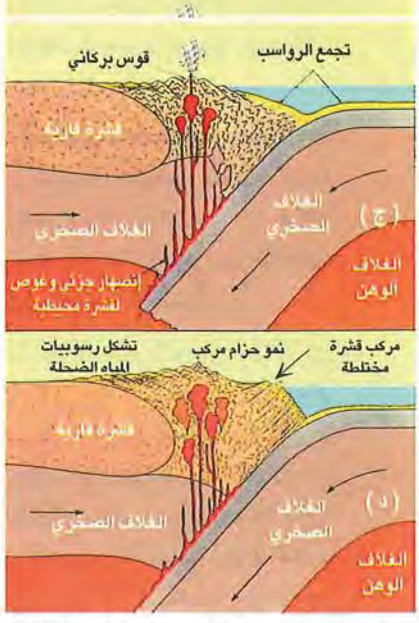
* **تقارب محيطي ـ محيطي** : وينجم عنه اندساس صفحية محيطية تحت صفيحة محيطية أخرى بزاوية قدرها ٤٥° فينشأ عنه جزر قوسية بركانية مثل جزر اليابان ، الفلبين ، نيوزيلندا ، إندونيسيا ....

يزداد حجم الجزر القوسية مع الزمن نتيجة لزيادة معدلات التعرية وبالتالي زيادة كمية المواد المترسبة فوق قيعان المحيط وخلف القوس البركاني . زد على ذلك أن المنطقة تستمد رسوبيات إضافية بفعل كشط الصفيحة المندسة . كذلك تسبب القوى الضاغطة الناشئة عن تلاقي الصفيحتين في طي وتصدع هذه

الرسوبيات مكونة كتلة سميكة من المواد المطوية والمتصدعة والمتحولة توازي الجزء القاري من الأقواس، وأخيراً يؤدي ازدياد النشاط القاري إلى زيادة الصهير فينتج عنه حقن أجسام نارية كبيرة في القوس البركاني والرسوبيات المتشكلة مؤدياً إلى تكوين قوس جزر بركانية ناضج، وهو أحد مراحل تكوُّن الأحزمة الجبلية، الذي ربما يتطور ليصبح قارة.

* **تقارب قاري ــ محيطي**: وينجم عنه تكوين سلاسل جبلية مثل جبال الأنديز غرب أمريكا الجنوبية، وفيها تكون حافة



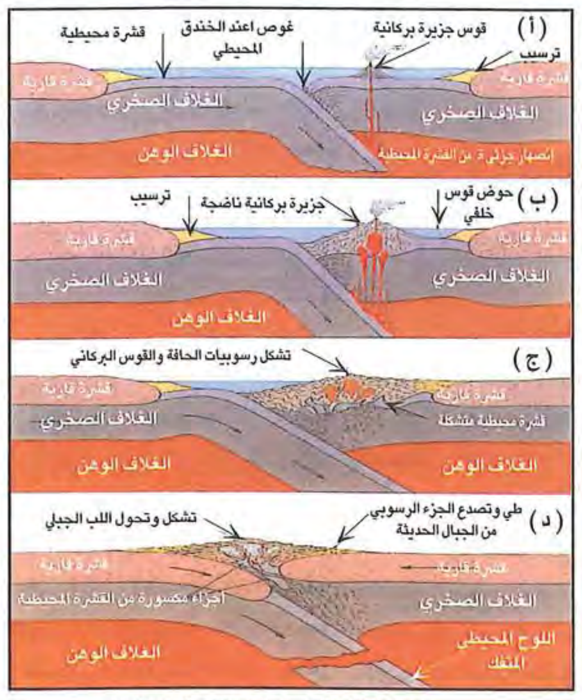

● شكل(٧) بناء الجبال عند تقارب صفيحة محيطية مع صفيحة قارية

الصفيحة القارية هادئة مع وجود قعيرة محيطية، شكل (٧ ـ أ). وعند التقاء الصفيحة القارية بالمحيطية فان القعيرة المحيطية تندس ـ بسبب زيادة كثافتها ـ تحت الصفيحة القارية، شكل (٧ ـ ب)، مكونة خندقا بحريا، وتصبح حافة الصفيحة المحيطية نشطة وتبدأ عملية طي وتصدع القعيرة العظمى.

تؤدي حركة الاحتكاك إلى انصهار جزئي للصفيحة المندسة، ويؤدي تصاعد الصهير إلى تكوين قوس بركاني، شكل (٧ ــ ج)، ومن خلال تطور أقواس الجزر البركانية يتم التصاق كل الرسوبيات المستمدة من اليابسة والمكشوطة من الحوض المندس بعضها ببعض، شكل (٧ ـ د)، مكونة سلسلة جبلية من صخور رسوبية وبركانية مطوية، متصدعة ومتحولة.

* **تصادم قاري ــ قاري**: وينشأ التصادم عند تقارب الصفيحتين القاريتين، لأن الغلاف الصخري القاري أخف من أن يغوص ولو قليلاً، بسبب أن الصفيحتين القاريتين لهما الكثافة نفسها.

يوضح شكل (٨) نموذجاً تطورياً لمراحل بناء السلاسل الجبلية عند التقاء صفيحتين قاريتين. فعند تقارب الصفيحتين القاريتين يندس الجزء المحيطي من الصفيحة، شكل (٨ ــ أ)، ثم تبدأ فترة طويلة من النشاط القاري ينتج عنه تكوُّن قوس جزر بركانية يقع على بعد عدة كيلو مترات في اتجاه البحر من الحافة القديمة. تضاف الرواسب الناتجة من تعرية أقواس الجزر البركانية وتعرية جبال اليابسة والرواسب المكشوطة من الصفيحة المندسة بعد ذلك إلى الرواسب الموجودة أصلاً على حواف القارتين فتؤدي هذه الرواسب ـ مع ازدياد النشاط القاري ـ إلى زيادة حجم القوس البركاني، شكل (٨ ـ ب).




● شكل(٨) بناء الجبال عند إصطدام صفيحتين قاريتين

يتسبب استمرار الاندساس في إغلاق البحر الضيق الموجود خلف قوس الجزر البركانية، وتؤدي حركة نشوء الجبال هذه إلى طي وتحول رواسب خلف القوس البركاني والكتل البركانية المصاحبة لها وكذلك القوس البركاني نفسه، شكل (٨ ــ ج). بعد ذلك تتصادم القارتان ويغلق الحوض المحيطي وتؤدي هذه الحادثة وما يصاحبها من نشاط ناري إلى الطي والتصدع والتحول في الرواسب المحصورة والقوس البركاني لينتج عن ذلك حزام جبلي حديث، شكل (٨ ــ د)، يتوقف نمو هذا الحزام إذا حدث تغير في طرف الصفيحة القارية، بعدها تبدأ عمليات التعرية نشاطها لتشكل الملامح السطحية للحزام الجبلي.

تتميز جبال تصادم الصفائح القارية بأنها شاهقة وتعد من أشهر وأهم السلاسل الجبلية في الكرة الأرضية، ومن أهما مايلي:

ـ اصطدام صفيحة الهند القارية مع صفيحة آسيا القارية مكونة سلسلة جبال الهملايا الشاهقة ومرتفعات التبت التي تعد أحدث تكوين للجبال من هذا النوع إذ إنه حدث منذ حوالي ٤٥ مليون سنة.

ـ حدوث اصطدام ـ قبل حوالي ٣٦٠ ـ ٢٨٦ مليون عام ـ بين القارة الأوربية والقارية

الآسيوية لتكونا قارة أوراسيا الحالية والذي نجم عنه تكوين سلسلة جبال الأورال بين حدود الصفيحتين الأوربية والآسيوية آنذاك .

ـ تصادم الصفيحة الأفريقية والصفيحة الأوربية وانغلاق بحر التثيس ( Tethys ) ـ كان يفصل قارتي لاروسيا وجندوانالاند ـ وتكوين سلسلة جبال الألب في أوربا وجبال الأطلس في أفريقيا .

ـ اصطدام الصفيحة الأفريقية بصفيحة أمريكا الشمالية لتكوين جبال الأبلاش قبل حوالي ٣٦٠ ـ ٢٨٦ ، وعلى الرغم من أن هاتين القارتين بعيدتان كل البعد إحداهما عن الأخرى في الوقت الحاضر إلا أنه من المعتقد أنهما كانتا متصلتين قبل حوالي ٢٠٠ مليون عام عندما كانتا جزءا من قارة بانجيا العملاقة.

ـ تكوين جبال زاجروس بإيران بسبب تصادم الصفيحة العربية مع الإيرانية .

## ● تجمع كتل قارية وجزر قوسية

افترضت دراسات حديثة تجمع الكتل القارية الصغيرة والجزر القوسية بعضها مع بعض ـ انغلاق المحيط عن الغلاف الذي كانت فيه ـ والتحامها مع الحافة القارية القديمة مما يؤدي إلى نمو أفقي في القشرة . ويعتقد علماء الأرض أن الدرع العربي النوبي يعد خير مثال على ذلك ، إذ إنهم يشيرون إلى أن وجود بعض النطق الأفيولتية ( Ophiolite Zones ) ـ نطق تحتوي على صخور شبيهة بالصخور المكونة لقشرة أعراف المحيطات ـ بجانب صخور بركانية ومحقونات جرانيتية تشبه ـ كيميائيا ـ صخور الجزر القوسية الحديثة أدي إلي افتراض وجود محيط في عصر ما قبل الكمبري في المكان الحالي للدرع العربي النوبي ( حوالي ٨٩٠ مليون سنة ) ، توجد في هذا المحيط عدد من الجزر القوسية والكتل القارية الصغيرة . وقد أدى انغلاق المحيط المذكور إلى التحام الجزر القوسية والكتل القارية بعضها ببعض ثم التحمت بعد ذلك مع القارة الأفريقية القديمة مكونة الدرع العربي ـ النوبي والجبال المصاحبة له مثل جبال الحجاز في الدرع العربي وجبال البحر الأحمر في الدرع النوبي .

# عالم في سطور

## هيوريجينالد بلام
## *(Hugh R. Pelham)*

● الاسم : هيوريجينالد بلام

● الجنسية : بريطاني

● تاريخ الميلاد ومكان الميلاد : ١٩٥٤م، بريطانيا .

● المؤهلات العلمية :

* بكالوريوس (مرتبة الشرف الأولى) ، جامعة كيمبردج ، بريطانيا ، ١٩٧٥م.

* دكتوراه في الكيمياء الحيوية ، جامعة كيمبردج ، بريطانيا ، ١٩٧٨م .

● الوظيفة الحالية :

رئيس قسم أحياء الخلية (Cell Biology) في مختبر الأحياء الجزيئية (Molecular Biology) التابع لمجلس البحوث الطبية ، كيمبردج ، بريطانيا .

● أعماله :

* باحث وزميل في جامعة كيمبردج ، ١٩٧٨م .

* زمالة في قسم الأجنة في معهد كارنجي في بالتيمور بولاية ماريلاند بالولايات المتحدة .

* باحث في معهد الأحياء الجزيئية في جامعة زيورخ بسويسرا بين عامي ١٩٨٧م ـ ١٩٨٨م .

* رئيس مشارك لقسم أحياء الخلية في مختبر الأحياء الجزيئية في كيمبردج عام ١٩٩٢م ، ورئيس له عام ١٩٩٥م .

* عضو في هيئات تحرير العديد من المجلات العلمية المتخصصة ، وفي العديد من اللجان الاستشارية والمجالس العلمية في مجال تخصصه .

● الإنجازات العلمية :

* إجراء بحوث رائدة أسهمت بقدر كبير في معرفة الآليات المنظمة لمرور الجزيئات داخل الخلايا .

* اكتشاف الجزيئات المسؤولة عن تنظيم طي (Folding) ونقل البروتينات .

* اكتشاف وجود سلسلة قصيرة من الأحماض الأمينية في النهاية الكربكسولية لجزيئات البروتين مهمتها الإبقاء على البروتين داخل الشبكة الإندوبلازمية ، كما برهن على دور وأهمية هذه السلسلة في استخراج جزيئات البروتين من جهاز جولجي واستبقائها داخل الشبكة الإندوبلازمية كجزء من عملية التحكم في الانتقال الخلوي للبروتينات .

* التعرف على المورث المسؤول عن تنظيم عملية الاستبقاء .

* نشر خمسة وتسعين بحثاً في مجال تخصصه .

● الجوائز والتقدير العلمي :

* عضو المنظمة الأوربية للأحياء الجزيئية ، ١٩٨٥م .

* زمالة الجمعية الملكية ، ١٩٨٨م .

* ميدالية كولورث ، جمعية الكيمياء الحيوية ، ١٩٨٨م .

* جائزة لويس جينتت الطبية ، ١٩٩١م .

* زمالة الأكاديمية الأوربية ، ١٩٩١م .

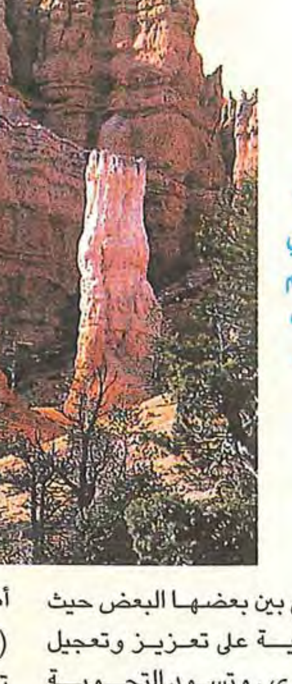
* جائزة الملك فيصل العالمية للعلوم ( بالاشتراك ) عام ١٤١٦هـ .

المصدر : ـ
الفائزون بجائزة الملك فيصل العالمية (١٤١٦هـ ـ ١٩٩٦م) .

# التجوية

أ. عبد الله حسن النصر

يتكون الغلاف الصخري للقشرة الأرضية من أنواع مختلفة من الصخور النارية والرسوبية والمتحولة، تتفاعل مع المحيط الهوائي والمائي والإحيائي للأرض مما ينتج عنه تغيرات فيزيائية وكيميائية في تلك الصخور تعمل على تكسيرها وتفتيتها، وتعرف هذه العملية بالتجوية (Weathering) . وينتقل الفتات الصخري بوساطة عوامل مختلفة( الماء، الرياح، الجليد )، ثم يتم ترسيبه على شكل صخور رسوبية تشكل ـ في الوقت الحاضر ـ ما يقارب من ٥٪ من صخور القشرة الأرضية، وتغطي حوالي ٧٥٪ من سطح الأرض .وتسمى العملية، من بداية التجوية مرورا بعوامل النقل حتى الترسيب، بعملية التعرية ( Erosion ) .



تعد التجوية إحدى الظواهر الجيولوجية الأكثر أهمية لحياة الإنسان على هذا الكوكب، نظراً لأن نواتجها النهائية، وهي التربة الخصبة الصالحة للزراعة والمعادن ذات الأهمية الإقتصادية، تعد من أهم العناصر التي يستخدمها الإنسان للحصول على طعامه ومنافعه الأخرى. وحيث أن عمليات التجوية تؤثر على المواد العضوية أكثر منها على الصخور، لذلك فإن بقايا الحيوانات والنباتات لا يمكن حفظها ـ من التجوية ـ بسهولة في السجل الصخري. كذلك فإن الكثير من المواد مثل الحديد والأسمنت ـ في أغلب الأحوال ـ لا تصمد أمام عوامل التجوية التي تقوم، إن عاجلاً أو آجلا، بطمس ما يصنعه الإنسان من هياكل بنائية وأدوات ... وغيرها.

## عمليات التجوية

تُقسم عمليات التجوية إلى ثلاثة أقسام هي التجوية الميكانيكية والكيميائية والإحيائية، وتحدث عمليات التجوية بشكل متداخل وتلقائي بين بعضها البعض حيث تساعد كل عملية على تعزيز وتعجيل العملية الأخرى. وتسود التجوية الميكانيكية في المناطق شديدة الجفاف والمناطق شديدة البرودة، بينما تسود التجوية الكيميائية في المناطق شديدة الرطوبة والحرارة، أما التجوية الإحيائية فتسود أينما كان النشاط الإحيائي كبيراً ومؤثراً.

### ● التجوية الميكانيكية

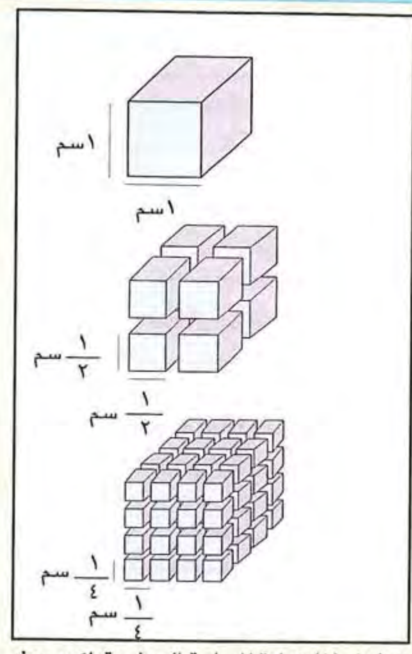
تعمل التجوية الميكانيكية ( Mechnical Weathering )، التي تشكل المياه والحرارة أهم عاملان فيها، على تكسير وتفتيت الصخور ـ دون أي تغيير في تركيبها الكيميائي ـ وزيادة مساحة سطوحها، وبالتالي تعرض أكبر مساحة من المادة للعوامل الجوية والمياه وغيرها.

ولتوضيح أثر عملية التجوية الميكانيكية على زيادة مساحة سطح الصخر، نأخذ مكعباً طول ضلعه ١سم، فتكون مساحة أوجهه الستة ٦سم٢، وبتقسيم هذا المكعب إلى مكعبات أصغر فأصغر تتراوح أطوال أضلاعها بين $\frac{١}{٢}$ سم إلى $\frac{١}{١٦}$ سم، جدول (١)، فإن المساحة السطحية للمكعب تزداد من ١٢سم٢ إلى ٩٦سم٢. بينما يوضح الشكل (١) زيادة المساحة السطحية لمكعب عند تقسيمه إلى مكعبات أصغر حجماً، ويوضح الشكل (٢) العلاقة بين طول ضلع المكعب ومساحة سطحه.

وهكذا نلاحظ أنه على الرغم من أن حجم المكعب في كل الحالات السابقة يبقى على ماهو عليه (١سم٣) إلا أن مساحته

| طول ضلع المكعب(سم) | عدد المكعبات | المساحة السطحية (سم٢) |
|---|---|---|
| ١ | ١ | ٦ |
| $\frac{١}{٢}$ | ٨ | ١٢ |
| $\frac{١}{٤}$ | ٦٤ | ٢٤ |
| $\frac{١}{٨}$ | ٥١٢ | ٤٨ |
| $\frac{١}{١٦}$ | ٤٠٩٦ | ٩٦ |

● جدول (١) أثر التجوية الميكانيكية على زيادة مساحة سطح الصخر.



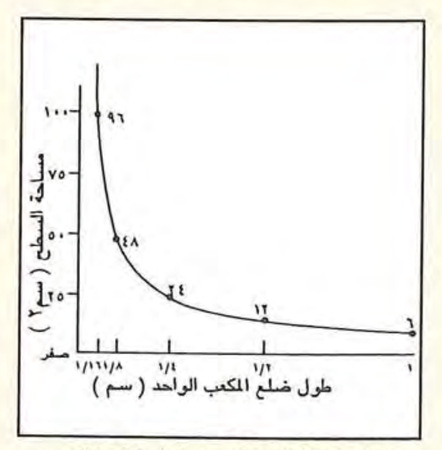
● شكل (١) زيادة المساحة السطحية لمكعب عند تقسيمه إلى مكعبات أصغر حجماً.

السطحيـــة قـــد إزدادت مـن ٦سم٢ إلى ٩٦سم٢ نتيجة لتقسيمه إلى مكعبات أصغر، وهذا مـا يحدث بالضبط للصخور في حـالة تكسرهـا وتفتتهـا ممـا يزيد من مسـاحـة سطحهـا ويجعلهـا أكثر تعـرضـاً لعـوامل التجـويـة المختلفـة . يمكـن تقسيم عـوامل التجوية الميكـانيكية إلى ثلاثة أنـواع رئيسة هي :

* **التغيرات الحراريـة :** يـؤدي التفـاوت الكبير في درجات الحرارة اليومية خاصة في المناطق الصحراويـة ، التي يصل فيها فرق درجــة الحرارة بين الليل والنهـار إلى مـــا يقـــارب ٣٥°م ، إلى حـــدوث تمدد وتقلص للمعادن المكونة للصخور . ونظرا لاختلاف معامـلات التمدد الحراري للمعـادن ، تعمل تلك التغيرات الحرارية مع مـرور الزمن على تشقق الصخور وتحطمهـا . ويروي بعض الـرحـالـة في الصحـراء ومتسلقي الجبـال سماع أصوات فـرقعة عالية عنـد الغروب ، حيث يعتقد أن مصـدر هذه الأصـوات ناتج عن تشققـــات الصخـــور بسبب الهبـــوط المفاجيء في درجات الحرارة .

كما تعمل درجـات الحرارة المنخفضـة ( تحت الصفـر ) على تجمد الميـاه المتغلغلـة بين الشقوق والمسام الصخرية وتحولها إلى جليد فيـزيد حجمها ، وينتج عن ذلك تـولد ضغط هـــائل على الصخـور المحيطـــة بها مسببا تكسرهـا وتفتتها إلى أحجـام أصغر . حيث أن الماء عندما يتجمد ويتحول إلى جليد فإن حجمه يزداد بنسبة ٩٪ ، وتسبب هذه الـزيـــادة في الحجم ضغطـا على الشقـوق والمسام مما يجبرهـا على التمدد والاتساع ، ذلك لأن السنتيمتر المربع الواحـــد من الماء المتجمد ( الجليـد ) يتحمل ضغطـا يسـاوى ٢٠٠٠ ثقل كيلـو جـــرام ، بينما لا تتحمل أقـوى الصخـور أكثـر من ٢٤٦ ثقل كيلـو جرام على السنتيمتر المربع الواحد .

وحيث أن الـرطـوبـة والماء تـتـوزعـان بشكل عشـوائي ( غير منتظـم ) في طبقـات التربـة ، فإنـه عندمـا تتجمـد الميـاه تسبب ضغطـا يؤثـر على الطبقـة العليا من التربـة ينتج عنه تكون سطح متعرج وغير منتظم ، ونتيجـة لـذلك تنـدفع الصخـور والحصى الكبيرة إلى أعلى التربة لتستقر على سطحها ، مما يضطـر المزارعون في المنـاطق الباردة ـ بعـد نهايـة فصل الشتـاء ـــ إلى تنظيف حقولهم من الحصى والحجارة التي تكونت بسبب تلك الظاهرة .



● شكل (٢) العلاقة بين طول ضلع المكعب ومساحة سطحه.

ونظرا لتذبذب درجـات الحرارة عشرات المرات ـ أعلى وأسفـل الصفر المئـوي ـ في الكثير من منـاطق العـالم ، خـلال فصل الشتـاء ، فان ذلك يـؤثر بشكل خـاص على الطـرق الاسفلتيـة مسبباً تـآكلهـا وتكـون شقـوق وحفـر كبيرة فيهـا ، ممـا يضطـر الجهات المختصـة إلى إجراء أعمال الصيـانة بعد نهاية فصل الشتاء وموسم الأمطار من كل عام .

* **إزاحـة الأحمال ( Unloading ) :** تتمـدد الصخـور وتتسع الشقـوق والمسام فيهـا ، عنـد إزاحة الأحمال عنهـا وذلك من خـلال تجوية ونقل المواد المترسبة فوقهـا بوساطة عوامل التعرية المختلفـة . ونظرا لتكرار هذه العملية مع مرور الـوقت ، وإستمرار إزاحة الأحمال فان ذلـك يؤدي إلى زيـادة الشقوق والمسام وإتسـاعها ممـا يسـاعـد على تكسر الصخـور وتفتتهـا . كـذلك تتقشر الأجـزاء الخارجية لبعـض أنواع الصخور ـــ بسبب إنخفـاض الضغـوط المسلطة عليهـا ـــ على شكل صفائح بموازاة سطوحها ، وبأسماك تختلف من صخر إلى آخر .

* **التمدد البلوري :** يُعد أحد أفضل الأمثلة على التداخل بين عمليات التجوية الميكانيكية والتجـويـة الكيميـــائيـة . ويحدث التمـدد البلوري عنـدما تتغير الصفـات الفيزيـائية للصخور نتيجة لتغير صفـاتها الكيميائية . فعندما تتغير صفات تلـك المعادن الكيميائية فـــان بلـــوراتها تتغير بنسب ومقــاديـــر متفاوتة، مما يولد ضغوطاً كبيرة بين ذرات ومسام تلك الصخور ، تساعد على تكسيرها وتفتتها بدرجات مختلفة تتوقف على نوعية المعادن المكونة لها ومقـدار النمو البلـوري لها. ومن الأمثلـة على ذلك تغـــير معـــادن الســـيليكا مثل الفلدسبـــار ( Feldspar ) إلى معـادن الطين ( Clay ) ، وكـذلك تغير بعض المعـادن الأخـــرى التـــي تحتـــوي علـــى الحـــديد مثل البـــايـــوتـــايت ( Biotite ) والبـــيروكســـين ( Pyroxene ) والبايـرايت ( Pyrite ) والليمـــونـــــايت ( Limonite ) والهيمـــاتـــــــايت ( Hematite ) . كما تتغيـــر اللامـــائيـــات ( Anhydrites ) مثـــل كـــبريتات الكـــالسيـــوم ( $Ca\ SO_4$ ) إلى جبـــس ( $Ca\ SO_4 . 2H_2O$ ) .

## ● التجوية الكيميائية

تعمـــل التجـــويـــة الكيمـــيـــائيـــة ( Chemical Weathering ) على تغيير المعادن إلى معـــادن أخـــرى ، أكثر تحمـــلاً للظـــروف

البيئيـة السـائدة على سطح الأرض ، وذلك من خلال تفـاعلات كيميائية معقـدة يدخل فيها الماء وثاني أكسيد الكربون والأكسجين وغير ذلك من العناصر والمواد الأخرى .

تختلف سرعة إستجابـة المعادن للتجوية إعتماداً على الظـروف التي تكـونت فيهـا ، فكلما كان تكـون الصخور في ظـروف بيئية مشـابهة لما هو سـائد في الظروف الطبيعيـة على سطـح الأرض ، كلما زادت درجـة مقاومتهـا للتجويـة . فعلى سبيل المثـال تعد الصخور النارية والمتحولة التي تكونت تحت درجـات عـاليـة من الضغط والحرارة أقل المعادن مقـاومة لعـوامل التجويـة المختلفة، بينما تعد الصخـور التي تكونـت في درجات حرارة وضغط عـاديين على سطح الأرض ـ مثل بعض أنواع الصخور الرسـوبية ـ أكثر تحملاً ومقاومـة لعوامل التجوية .

ويمكن تقسيم عمليـات التجـويـة الكيميائيـة ، ( معادلات التفـاعل، شكل ٣ ) إلى خمسة أقسام هي كالتالي :

| م | المعادلة |
|---|---|
| ١ | $2Fe_2SiO_4 + O_2 \longrightarrow 2Fe_2O_3 + 2SiO_2$ <br> الوفين + أكسجين ← سيليكا + هيماتيت |
| ٢ | $NaCl + H_2O \longrightarrow Na^+ + Cl^- + H_2O$ <br> كلوريد صوديوم + ماء ← أيون صوديوم + أيون كلور + ماء |
| ٣ | $CaSO_4 . 2H_2O + H_2O \longrightarrow Ca^{2+} + SO_4^{2-} + 2H_2O$ <br> جبس ← أيون كالسيوم + أيون كبريتات |
| ٤ | $CaSO_4 + 2H_2O \underset{جفاف}{\overset{تميه}{\rightleftharpoons}} CaSO_4 . 2H_2O$ <br> بلا ماء كبريتات الكالسيوم ⇌ جبس |
| ٥ | $4KALSi_3O_8 + 22H_2O \longrightarrow 4K^+ + 4OH^- + 2AL_2Si_2O_5(OH)^-_4 + 8H_4SiO_4$ <br> أورثوكليز ← أيون بوتاسيوم + أيون هيدروكسيل + كاولينايت + حامض السلسليك |
| ٦ | $2KALSi_3O_8 + H_2CO_3 + H_2O \longrightarrow K_2CO_3 + AL_2Si_2O_5(OH)^-_4 + 4SiO_2$ <br> أورثوكليز + حامض الكربونيك ← كربونات بوتاسيوم + كاولينايت + سيليكا |
| ٧ | $CO_2 + H_2O \longrightarrow H_2CO_3$ <br> ثاني أكسيد الكربون ← حامض الكربونيك <br> $H_2CO_3 \longrightarrow H^+ + HCO_3^-$ <br> أيون هيدروجين + أيون بيكربونات |

● شكل (٣) معادلات تفاعل التجوية الكيميائية .

*** الأكسـدة ( Oxidation )** : تتم بـاتحاد الأكسجين مع العنـاصر أو المعـادن التي تحتوي عادة على أيونات معينة مثل أيونات الحديـد ، ممـا يـؤدي إلى تغير لـون المعـدن المُؤَكسد إلى اللـون البني أو الأحمر . ويعمل الماء والـرطوبـة العاليـة في الجو على تسريع عمليـة الأكسـدة على سطح الأرض ، ومن الأمثلـة على ذلك أكسـدة معـدن الأولـوفين وتحولـه إلى هيماتـايت من خلال معـادلـة التفاعل (١) .

*** الذوبان ( Dissolution )** : يذوب في الماء ـ الـذي يعـد من أقـوى المذيبـات الطبيعيـة ـ الكثير من المواد العضويـة وغير العضوية ، وتتحلل هـذه المواد وينتج عنهـا أيـونـات تـذوب في الماء . ومن أشهـر المعـادن التي تـذوب بسرعـة في الماء معـدني الهالايت والجبس ، معادلتي التفاعل (٢ ، ٣ ) .

*** التميه والجفاف ( Hydration and Dehydration )** : تسمى عملية إتحاد جـزيئات الماء مع بعض المعـادن لتكـوين معـادن أخـرى بعمليـة التميـه. وعنـدما يفقـد المعـدن ( Mineral ) جزئيات الماء ويتكون معدن آخر تسمى هذه العملية بالجفـاف ، وهي تماما عكس عملية التميـه . ومن أفضل الأمثلـة على ذلك اتحاد المـاء مع « بلا مـاء كبريتـات الكالسيـوم » ( الأنهيـدريت ) ، لتكـون الجبس بعمليـة التميه . وعندمـا يفقد الجبس الماء من خلال عمليـة الجفاف فإنـه يتحـول إلى « بلا مـاء كبريتات الكـالسيوم » مرة أخرى ، معـادلة التفاعل (٤) .

*** التحلل المائي ( Hydrolysis )** : يتفـاعل أيون الهيدروجين ( $H^+$ ) والهيـدروكسيل ( $OH^-$ ) ـ النـاتج من تحلل الماء والعناصر المعدنية ـ مع بعض المعادن مثل الفلدسبارات ( Feldspars ) والسيليكات التـي تحتوي على الألمنيـوم ، حيث تتحـول هـذه المعـادن إلى معادن طينية ، وينتج عن هذه العملية تحرر الأيـونـات الموجبـة مثل الصـوديـوم والكـالسيـوم والبـوتـاسيـوم حيث تقـوم النباتـات عادة بـامتصاص البـوتاسيـوم ، بينما تنتقل أيونات الصـوديوم والكالسيوم على شكل محاليل مع الماء ، معادلتي التفاعل (٥ ، ٦) .

*** التحول إلى كربونات ( Carbonation )** : حيث يتـم أولاً إنتـاج حامض الكربونيك ( $H_2CO_3$ ) وذلك إمـا باتحاد ثـاني أكسيد الكربون ( $CO_2$ ) ، الموجود في الهواء الجوي ـ بنسب قليلة ـ مع قطرات الماء أو مع المياه الموجودة في التربـة ، ثم يتحلل هذا الحامض وينتج عنه أيون الهيدروجين الموجب ( $H^+$ )

الـــــذي يســـــاعـــد على تحلل المعـــادن والصخور،وذلك حسب معادلة التفاعل (٧) .

## التجوية الإحيائية

يُعد تأثير الكائنـــات الحيـة ، والـذي يعـرف أحيانا بالتجـوية الإحيـائيـة ( (Biological Weathering) ، من أهم عـوامل التجـوية . ويشمل هـذا التأثير كل التغيرات الكيميـائية والفيـزيائيـة التي من الممكن أن يسببها الإنسـان والكائنات الحيـة الأخرى الحيوانيـة والنباتيـة ، حيث تقوم النبـاتات بتفتيت وتكسير الصخور التي تنمـو حولها بوساطة جذورها التي تمتد لمسافات طويلة. كما تقـوم الحيـوانـات والكـائنـات الحيـة الدقيقـة والحشرات بتحريك التربـة وخلطها بوسـاطة جحورهـا التي تحفرها لمسـافات طـويلة ، وكـذلك نشاطـاتها الأخرى ، ممـا يجعل التربة أكثـر تعرضا لعوامل التجـوية المختلفـة . فعلى سبيل المثـال تقـوم ديـدان الأرض بابتلاع التربة وإخراجها مرة أخرى من قنـاتها الهضميــة بعـد إزالــة المادة العضوية منها للتغذى عليهـا . وتساعد هذه العمليــة على خلط وتقليب التربــة وتغيير صفاتها الفيزيائية والكيميـائية مما يجعلها أقل تحملا لعوامل التجوية .

كذلك يقوم الإنسان من خـلال نشاطاته المختلفة في المجـالات الزراعيـة والصناعيـة والعسكرية والعمـرانية بتغيير معالم سطح الأرض والإخـلال بنظمهـا الطبيعيـــة . فخـــلال هـــذا القـــرن أدى النشــاط البشـري إلى تعجيـل عمليات التعـرية ، بما في ذلك التجوية ، وإلى تـدمير البيئة الطبيعية بمكوناتها الحية وغير الحية .

كما أن الكثير من الغـازات - التي تصدر عن وسـائل النقل والصنـاعـة وغيرهـا من النشاطـات البشرية الأخرى - مثل أكـاسيد الكربون وأكـاسيد الكبريت تتحد مع الهواء الجوي لتسقط مع الأمطـار ، حيث تعـرف بالأمطار الحمضية ، والتي أثرت على نوعية ميـاه الأنهار والبحيرات ممـا أدى إلى مـوت الكثير من الكائنات الحية النباتية والحيوانية في تلك المنـاطق ، كما أثــرت تلك الأمطـار الحمضيـة على أشجـار الغـابـات والمزارع وكذلك على المباني والمعالم الأثريـة المختلفة فعملت على تجويتها وطمس معالمها.



# الفوائد الغذائية لسترات الكالسيوم

*يكتسب الكالسيـوم أهمية كبرى في الجسم حيث إن نقصه له عـلاقة بمرض اضمحـلال العظـام ( Osteoporosis ) . وبما أن جسم الإنسـان لا يمكنـه إنتـاج الكـالسيوم فإنـه يعتمد بصفـة أساس على الإمـداد الخارجي عن طريق الغـذاء الذي يجب أن يحتوى على كميـة مناسبة تكفي الجسم حاجتـه من هذا المعدن .*

ولكن يبــدو أن الاعتماد على الأطعمــة المصنعـة والجاهـزة والسريعة قـد كـان لـه مـردود سلبي من النـاحيـة الغذائيـة لعـدم احتواء الأطعمة المذكورة على الكميـة الكافية من الكالسيوم ممـا يجعل مستهلكي الأغذية المذكورة ينشدون تكملة نقص الكالسيوم في أجسامهم عن طريق إضافتها للأغذية .

وهناك العديد من أملاح الكالسيوم التي يمكن استخـدامها في الصنـاعات الغذائيــة منهـــــا الكربونـــات ( Carbonates ) والفـوسفـات ( Phosphates ) والســترات ( Citrates ) التي يمكن مقارنتها وفق معايير غـذائيــة عـالميـة ، ولكن يبــدو أن أمـلاح الأحماض العضوية للكـالسيوم مثل سترات الكالسيـوم ( Calcium Citrate ) هي الأكثـر تـوافراً حيـويـاً ( Bio available ) مقارنـة بأملاح الأحماض الـلاعضويـة . كذلك فإن التفــاعــلات الأيضية بين الكــالسيـــوم والفــــوسفـــــات في الجسم تشير إلى أن الامتصاص الزائد من الفـوسفات يؤدي إلى نقص كميـة الكالسيوم الممتصـة في الجسم . وعليـه ـــ وبسبب وجـــود كميـة زائدة من الفـوسفات في الأطعمـة - يـوصى بإضافـة مواد كلسية لا تحتوي على الفوسفات ( بدلاً من فوسفات الكالسيـوم ) لزيادة امتصاص الكالسيوم .

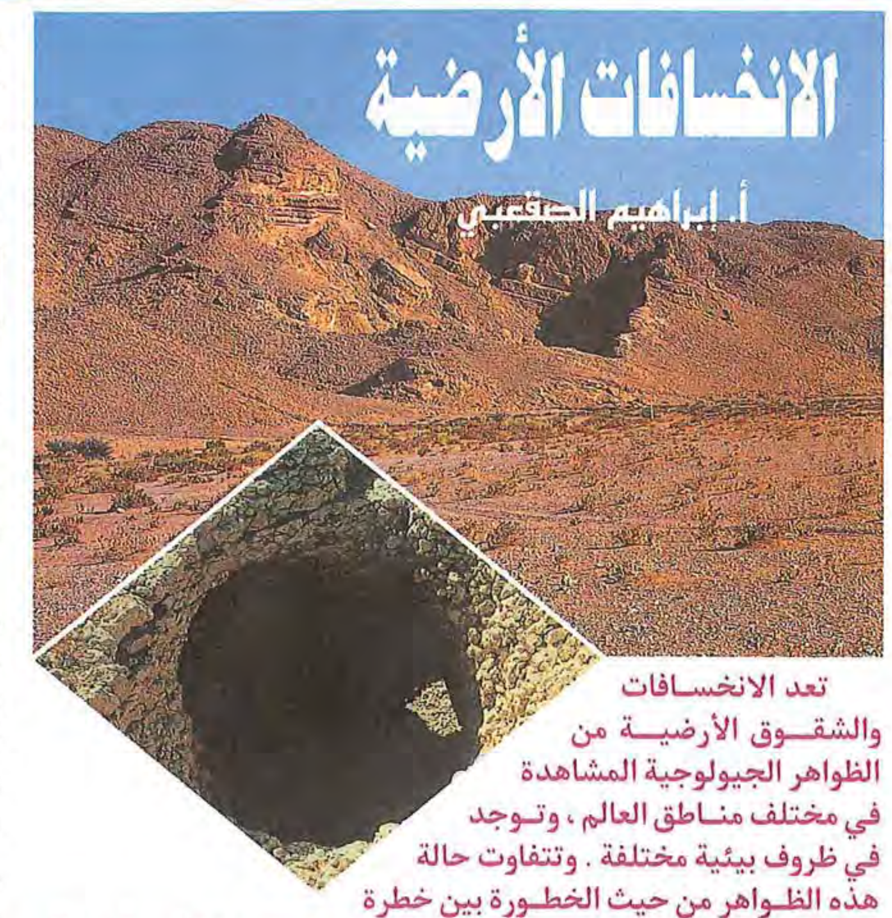
من جـانـب آخـر رغم أن كـربـونـات الكـالسيـوم واسعـة الاستخـدام لمعـادلـة الأحماض المعـويـة إلا أن جـزءا كبير منهـا يخرج من الجسم في حـالـــة غير ذائبــة . وبمقـارنـة امتصاص الجسـم لكربـونـات الكـالسيـــوم مـع امتصــاصـــه لسترات الكالسيوم وجد أن كمية الكالسيوم الممتصة من نصف جرام من سترات الكالسيوم أكثر من الكمية الممتصة من جرامين من كربونات الكـالسيوم . إضـافـة لذلك فإن امتصـاص سترات الكالسيوم لا يتأثر بكمية الأحماض المعوية كما أنها لا تؤثر على الأشخاص ذوي الإفــراز القليل من الأحماض المعــويـــة . وفضلاً عن ذلك فإن سترات الكـالسيوم لها تأثير ضئيل جـداً على امتصـــاص المعـادن الأخرى في الجســم خصوصـاً الحديد ، كما أنها تخفف مخاطر تكويـن حجارة في الكلية والمجاري البولية التي كـانت هاجساً يلازم إضافة الكالسيوم .

وخـــلاصـة القـــول يبـــدو أن سترات الكالسيـوم لها مزايـا عديـدة تجعلها أنسب مصدر للكـالسيوم يمكن إضافته لـلأطعمة المصنعة بمختلف أنواعها ، وبجـانب ما ذكر من مـزايا فهي غنيـة بالكـالسيوم ( ٢١٪ ) وذات طعم لطيف ورائحة مستساغة .

---

المصدر :

Emerging Food R&D Report, August 15 1996, Vol 7 No 5




# الانخسافات الأرضية

أ. إبراهيم الصقعبي

**تعد الانخسافات والشقوق الأرضية من الظواهر الجيولوجية المشاهدة في مختلف مناطق العالم، وتوجد في ظروف بيئية مختلفة. وتتفاوت حالة هذه الظواهر من حيث الخطورة بين خطرة جداً ـ كما في بعض مناطق جنوب شرق الولايات المتحدة الأمريكية ـ إلى بسيطة تنتج عن التمدد الفجائي للطبقات بعد هطول الأمطار ثم انكماشها بفعل الجفاف كما هو في كثير من المناطق الصحراوية.**

تعرف الانخسافات بعدة أسماء محلية على مستوى العالم وتختلف حالات ظهورها بحسب المكونات الصخرية للطبقات السطحية. فتعرف مثلاً بالثقوب البالوعية أو الدحول وغيرها، وهي في الغالب ناتجة عن تحلل الطبقات الكلسية التي توجد في صخور تتميز بأن تضاريسها ناشئة عن إذابة بيكربونات الكالسيوم حيث تتمثل الانخسافات في هذه الصخور على شكل خدوش تكون مستورة بالتراب، ويجري حت الصخر بسبب الرطوبة والأحماض في التربة، أو الجريان السطحي للمياه.

## أنواع الانخسافات

هناك أنواع عدة من الانخسافات من أهمها ما يلي:

### الأفن

الأفن (الهوتة) عبارة عن هوة على شكل منخفض أو قمع تقع فتحته الواسعة إلى أسفل. وتتشكل الأفن من شق سطحي يزداد عرضه بالتحلل، كما تعمل الانهيارات على زيادة عرضه أيضاً. وقد يتصل هذا الشق مع شقوق أخرى تزيد من عرضه لتشكل مغارات، وتوجد في هذه المغارات حالات الصواعد والهوابط التي هي عبارة عن ترسب المواد الكلسية الموجودة في مياه التسرب داخل المغارة أو من المياه الساقطة من قمة المغارة.

### الدولاين

الدولاين عبارة عن منخفض بيضاوي ذي حواف متعرجة أحياناً. وتكون حافة الدولاين ذات ميل شديد تنكشف فيه الصخور لتصبح عارية من التربة المغطية لها بسبب نقلها ـ التربة ـ إلى قاع المنخفض، ويتراوح قطر الدولاين بين بضعة أمتار إلى مئات الأمتار.

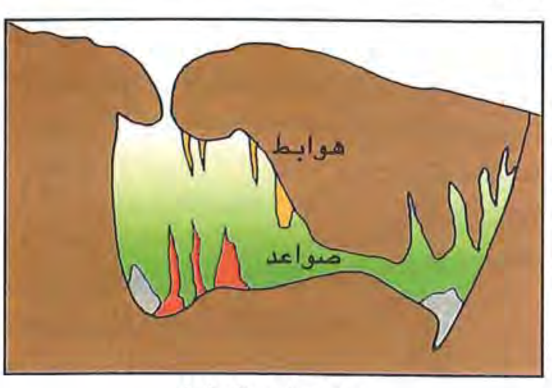
## العوامل المسببة للانخسافات

ينشأ انتقال الكتلة إلى أسفل عندما تتفوق قوى الجاذبية في منحدر صخري على القوى المقاومة لتحرك الكتلة مما يتسبب في سقوطها على سطح الأرض وحدوث انخساف (هبوط) أرضي.

وتتمثل قوى المقاومة بقوى التماسك بين الحبيبات المكونة للكتلة، ووزنها، وقوى الاحتكاك بينها وبين كتلة (كتل) أخرى، ومستوى ميل المنحدر، حيث إنه كلما زادت درجة ميل المنحدر زادت القوى المؤدية لتساقط الكتلة لتصبح أقل من القوى الجاذبة لها ليحدث الانخساف. ويمكن إيراد العوامل المسببة للانخسافات بشكل عام فيما يلي:-

### تدرج المنحدر

يمثل تدرج المنحدر السبب الأكبر لحركة الكتل حيث إنه كلما كان الانحدار شديداً كان المنحدر أقل اتزاناً. ومن العوامل التي تؤدي إلى زيادة الانحدار النحت بوساطة الجداول أو الأمواج. وتتمثل آثار هذين العاملين في إزاحة قاعدة المنحدر وزيادة زاوية الانحدار. وتحدث النتيجة نفسها من جراء إزاحة الصخور




الصواعد والهوابط

لإنشاء الطرق ، وبالتالي تحرك الكتل إلى أسفل وتكون الانخسافات .

## المناخ والتعرية

يلعب المناخ دوراً رئيساً في معدل ونوع التعرية ، ففي المناطق الرطبة مثلاً تمتد آثار التعرية إلى أعماق بعيدة داخل الكتلة الصخرية بسبب أثر المياه على قوى التماسك بين الحبيبات المكونة لها ، وتبعاً لذلك فإن حركة الكتل الصخرية تصل إلى أعماق بعيدة في تلك المناطق . أما في المناطق الجافة وشبه الجافة فإن نطاق التعرية بالمياه يعد أقل عمقاً ، غير أنه في بعض الأحيان يمكن أن يؤدي هطول أمطار غزيرة - في وقت قصير وعلى نطاق محلي - إلى انسياب كميات كبيرة من الوحل بسبب عدم وجود غطاء نباتي كاف ليمنع انهيار تلك الأوحال وتسببها في الانخساف الأرضي .

## المحتوى المائي

يؤثر المحتوى المائي على ثبات المنحدرات حيث تؤدي كميات المياه الناتجة عن ذوبان الثلوج أو العواصف المطرية إلى إضعاف قوى التماسك بين الحبيبات وتفككها ، مما يتسبب في زيادة ميل المنحدر . وينتج عن ذلك ثقل إضافي يضاف إلى ثقل المياه ، مما يساعد على إضعاف الارتباط وانزلاق الكتل. ومن أمثلة ذلك المنحدرات المكونة من الطفل الجاف حيث تكون في العادة متزنة إلا أنها عند تعرضها للبلل تكون عرضة للانزلاق السريع.

## النباتات

يؤدي عدم وجود الغطاء النباتي إلى حدوث الانخسافات لأن وجود النباتات يؤثر على ثبات المنحدرات بعدة طرق منها أن امتصاصها لمياه الأمطار يقلل من تشبع المواد الصخرية بالمياه في المنحدرات مما يزيد من تماسكها وثباتها ، كما تقوم جذور النباتات بتثبيت المواد الصخرية للمنحدر بالكتلة الصخرية الصلبة، وهذا بدوره يؤدي إلى ثبات المنحدر وعدم حدوث الانخسافات .

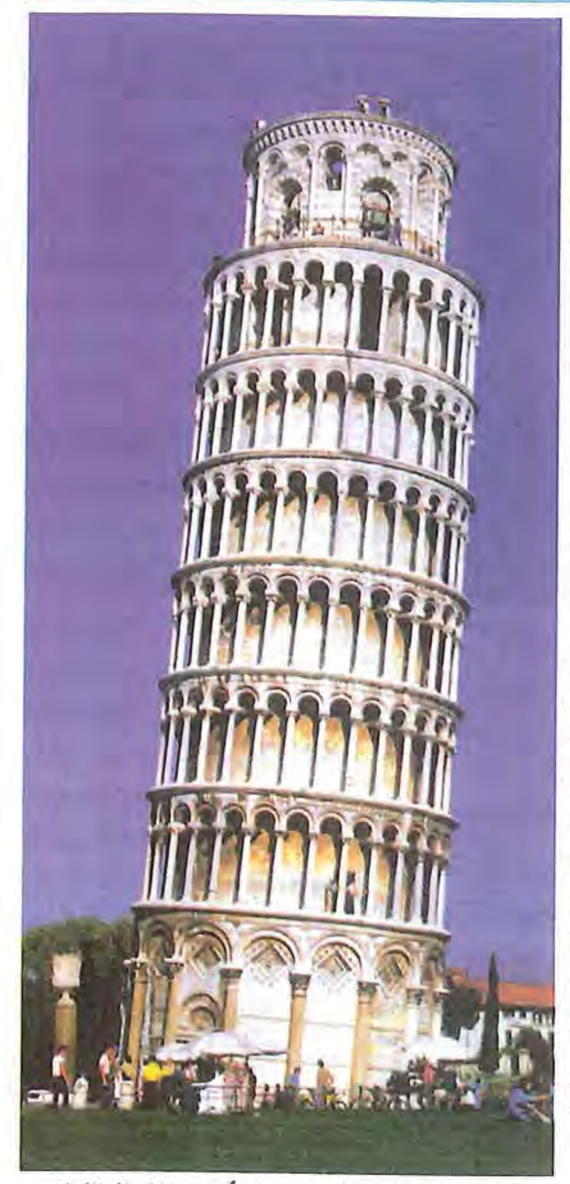
## التحميل الزائد

يؤدي الوزن الإضافي الناتج عن التحميل إلى عدم ثبات المنحدر ، وقد ينتج هذا الوزن عن نشاط الإنسان الذي يتمثل في دفن أو تكويم المواد . ففي الحالات الطبيعية يتم تماسك المادة بوساطة حبيباتها ، ولذا تتم المحافظة على ثبات المنحدر . بينما يزيد الوزن الإضافي الناتج عن التحميل الزائد من الضغط داخل مواد المنحدر ويقلل من المقاومة ، ويتسبب في انهيار المواد .

## نوع الصخور

يلعب نوع الصخور ـــ من حيث مدى تماسكها وحجمها ودرجة الميل الموجودة فيها ـ دوراً رئيساً في حجم الانخساف الأرضي حيث يمكن أن تسقط ـ وبشكل سريع ـــ كتل صخرية بمختلف الأحجام من المنحدرات شديدة الميل ، ومما يزيد من حجم الانخساف وجود صخور غير متماسكة على منحدر مائل فتزيد سرعة تحركها وانزلاقها من بطيئة جداً ـــ في حالة الصخور المتماسكة في الانحدار البسيط ـــ إلى سريعة في حالة الصخور غير المتماسكة في الانحدار الشديد .

يعد الانزلاق الطيني ـ الذي تتكون مواده من ٥٠٪ طين وطفل وحبيبات بحجم الطفل وحوالي ٣٠٪ مياه ـ من أكثر المواد سرعة في الانزلاق . وهو ينقسم إلى عدة أنواع مثل : انزلاق المخلفات الأرضية ، والطفل السريع ، وانزلاق المواد المشبعة جداً بالماء ، والزحف الأرضي .



● برج بيزا (Pisa) بإيطاليا أصبح مائلاً بسبب إنخساف الأرض.

## بعض الانخسافات في العالم

سجلت إيطاليا والمكسيك والولايات المتحدة حالات عديدة للانخسافات الأرضية وتتمثل تلك الحالات فيما يلي :-

### إيطاليا

أدت زيادة عمليات سحب المياه الجوفية عام ١٩٦٠م في مدينة بيزا (Pisa) بإيطاليا إلى هبوط أرضي تسبب في ميلان برج المدينة . رغم أن البرج قد بدأ في الميلان بعد تشييده مباشرة عام ١١٧٣م بسبب عدم تساوي دمك الأساس إلا أن ميلانه أخذ في الازدياد بسبب الزيادة في سحب المياه خاصة عام ١٩٦٠م ، وقد تم تخفيض الميلان إلى ما يقرب من واحد مليمتر في العام بعد ضبط عمليات سحب المياه الجوفية في المدينة الأمر الذي سيبطء من عملية انهياره .

### المكسيك

أدت زيادة السكان في مدينة مكسيكو سيتي عاصمة المكسيك ـــ من نصف مليون

عام ١٨٩٥م إلى ٥ مليون عام ١٩٦٠م - إلى زيادة هائلة في الطلب على المياه الجوفية التي توجد في طبقة مختلطة بالطفل وعلى أعماق تتراوح بين ٦٠ متر إلى ٥٠٠ متر . وعندما وصل عدد آبار المياه إلى مئات الألوف حدث هبوط أرضي بمقدار سبعة أمتار أثَّر بدوره على قنوات الصرف في المباني ، حيث إن إحدى البنايات هبطت بمقدار ٣ أمتار بعد ٣٠ سنة من بنائها .

### ● الولايات المتحدة الأمريكية

اشتهرت بعض مناطق الولايات المتحدة الأمريكية بوجود أنواع مختلفة من الانخسافات ( الهبوط ) الأرضية ومن أمثلة تلك الانخسافات ما يلي :

- أدى سحب النفط من حقل ويلمنتون (Williamnton) بالقرب من مدينة لوس أنجلس إلى هبوط أرضي بلغ ٩ أمتار خلال فترة امتدت من عام ١٩٤٠م إلى عام ١٩٧٤م. ولعلاج ذلك الهبوط تطلب الأمر حقن كميات هائلة من المياه لتعويض الضغط الذي نتج عن سحب السوائل الكربونية .

- أدى السحب الزائد للمياه الجوفية الموجودة في الوديان الوسطى لولاية كاليفورنيا إلى تأثر منطقة مساحتها ٥٠٠ كم٢ حيث هبطت إلى حوالي ٣٠ سم . وفي أجزاء أخرى لتلك المنطقة وعلى امتداد ١١٣كم حدث هبوط بمقدار ٣ أمتار . كما حدثت حالات مماثلة من الهبوط في ولايتي أريزونا وتكساس .

من جانب آخر ظهرت في الأماكن المذكورة بعض حالات الصدوع الطويلة المصاحبة للهبوط . فأصبحت تشكل مكاناً للجريان السطحي للمياه .

- أدت إزاحة بعض المواد الجيرية بالقرب من مدينة تامبا (Tampa)بولاية فلوريدا إلى تكوين فجوات صخرية نشأ عنها إزالة القوى الداعمة للصخور وبالتالي هبوط صخري بعمق ١٥ متر وقطر ٣٥ متراً تسبب في ابتلاع جزء من حديقة برتقال .

- حدث هبوط أرضي فجائي بولاية ألاباما بعمق ٤٥ متراً وقطر ١٢٠ متر . ويرى علماء الأرض أن هذا الهبوط نتج بسبب انتفاخ التربة نتيجة لوجود الماء ثم انكماشها أثناء فترات شح الأمطار .

- أدت عمليات ضخ النفط في ولاية تكساس إلى هبوط أرضي بالمنطقة - خلال ٤٨ ساعة - كان عمقه ٣٤ مترا وقطره ١١٠ متر . وقد تسبب هذا الهبوط في كسر أنابيب نقل النفط على بعد ٣٠٠ متر من منطقة الهبوط ، وكذلك كسر أنابيب تصريف المياه بالقرب من منطقة الهبوط .

- حدث في مدينة ديترويت انخساف أرضي بعمق ٩٠ متراً وعرض ١٢٠ متر بسبب إزاحة الطبقةالملحية ، حيث تم إذابة الملح صناعيا بضخ المياه خلال الصخور الملحية ، ثم سحبها على هيئة أملاح ذائبة إلى السطح ، مما أدى إلى انهيار الطبقات العليا .



● أحد أمثلة الإنخسافات بالمملكة العربية السعودية.

## الانخسافات في المملكة

توجد ظاهرة الانخسافات في عدة أماكن من المملكة . ومن أشهر تلك الأماكن دحل هيت الذي يقع على بعد ٤٥ كم جنوب شرق الرياض . ويتمثل الهبوط المذكور في فتحة عريضة في جبال هيت يصل عمقها إلى حوالي ١٠٠ متر من السهل المجاور . ويقع المنخفض المذكور - على هيئة كهف يحوي مياه - على بعد ٢٥٠ متر .

كذلك توجد في منطقة تبوك حالات من الانخسافات الأرضية بسبب تعاقب فترات التشبع والجفاف حيث ينتج عنها انتفاخ الأرض بسبب ازدياد المياه ثم تشققها بعد الجفاف وذلك في السنوات الأخيرة .

من جانب آخر أدى استغلال المياه بمنطقة جيزان إلى تسرب جزء كبير منها إلى الطبقات الأرضية وذوبان الطبقة الملحية الموجودة فيها ، مما تسبب في تعرض المنطقة إلى حالات مختلفة من الانخسافات الأرضية تفاوتت حدتها حسب كمية المياه المتسربة وسرعة الإذابة التي تسببها في الصخور الأرضية .

كذلك حدث في منطقة الخرج وبنبان ووادي الدواسر حالات كثيرة من حالات التكهف والانخساف التي أصبحت مجمعاً مناسباً للمياه الجوفية . وفي بعض الحالات أدى تسارع استعمال هذه المياه إلى حدوث انخسافات سطحية . ومن أمثلة ذلك توجد في منطقة السليل بوادي الدواسر طبقات جيرية فتاتية كانت في حالة توازن مع المياه الجوفية ، غير أن هبوط مستوى المياه الجوفية فيها خلال السنوات الأخيرة أدى إلى اختلال التوازن وتسارع تحلل الصخور الجيرية مما أدى إلى حدوث انخساف أرضي.

# الجليديات

تعرف الجليديات ( Glaciers ) بأنها الكتل الجليدية الضخمة الناتجة عن تراكم الثلج وتكدسه ، وإعادة تبلوره حتى يصل إلى حجم معين يبدأ معه في التشكل والحركة تحت تأثير وزنه الكبير ، وعلى الرغم من أن الجليديات تغطي الآن جزءاً صغيراً ( حوالي ١٠٪ ) من سطح الكرة الأرضية ، إلا أنها كانت تغطي - خلال المليوني سنة الأخيرة - ما يقارب من ٣٢٪ من مساحته .




تتحرك الكتل الجليدية بصفة عامة من مناطق القطب الشمالي أو الجنوبي باتجاه خط الإستواء ، أو من المناطق المرتفعة إلى المناطق الأقل ارتفاعاً مما يتسبب في تعرية المناطق المرتفعة ونشر غطاء سميك من الرواسب الجليدية المختلفة على المناطق المنخفضة .

## آلية تكوين الجليد

يتشكل الجليد نتيجة لتراكم رقائق الثلج الخفيفة وتجمدها على شكل جزيئات حبيبية غير متماسكة بصورة جيدة ( كتل حبيبية جليدية تبلغ كثافتها حوالي ٥٥, جم/سم٣ ) ، تسمح بمرور الماء أو الهواء من خلالها ، ومع زيادة التراكمات الثلجية يزداد التماسك بين تلك الحبيبات مؤدياً إلى خروج كميات كبيرة من الهواء المحبوس بين جزيئاتها ، ومن ثم تنمو بلورات الجليد تدريجيا وترابط فيما بينها وتشكل كتلة جليدية واحدة . وعندما تبلغ كثافتها حوالي ٨٤, جم/سم٣ تصبح هذه الكتلة غير منفذة للهواء ، وتبدأ في الحركة تحت تأثير وزنها ، ويوضح الشكل (١) ، مراحل تحول الثلج إلى جليد .

## أنواع الجليديات

تُقسم الجليديات حسب مكان وجودها إلى نوعين أساسين هما :

### ● جليديات قارية

الجليديات القارية ( Continental Glaciers ) عبارة عن كتل جليدية كبيرة الحجم ، تغطي مساحات شاسعة من سطح الأرض ، ويوجد منها كتلتان رئيستان ، شكل (٢)، هما :

* **جليديات القطب الجنوبي :** تصل مساحتها إلى حوالي ١٤ مليون كم٢ ، أي ما يمثل ٨٠٪ من مساحة جليديات العالم ( ١٦ مليون كم٢ ) ، أوثلثي كمية المياه العذبة للكرة الأرضية ، ويقدر عمر هذه الجليديات بحوالي ١٠ ملايين سنة ، ويصل سمكها إلى ٣٥٠٠ متر تقريباً ، شكل (٢أ) .

* **كتلة جرينلاند ( Green Land ) :** وتحتل من حيث المساحة والسمك المرتبة الثانية بعد جليديات القطب الجنوبي ، ويغطي جليدها حوالي ٨٠٪ من مساحتها ، شكل ( ٢ب ) ، وتبلغ كمية الجليد بها ١,٦ مليون كم٣ تقريباً ، بسمك يصل أحياناً إلى حوالي ٣٠٠٠ متر .

### ● جليديات ألبينية

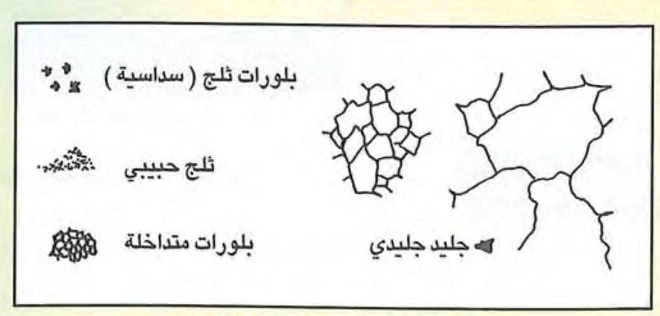
تتكون الجليديات الألبينية من آلاف الكتل الجليدية محدودة المساحة تنتشر في المناطق الجبلية ، وعادة يقتصر وجودها على الأودية ، ويقدر حجمها بحوالي ٢١٠ ألف كم٣ أي مايعادل حجم مياه بحيرات العالم المالحة والعذبة . ومن أمثلة الجليديات الألبينية جليديات ألاسكا وجبال الكاسكيد وجبال الروكي في أمريكا الشمالية ، وجليديات سلسلة جبال الإنديز في أمريكا الجنوبية ، وجليديات الدول الإسكندنافية ، وجليديات جبال الألب ، وجليديات سلسلة جبال القوقاز في الجزء الشرقي من الكرة الأرضية . كما توجد جليديات الوديان في جبال الهيمالايا ، وجليديات كاراكوم وسلسلة جبال البامير في آسيا ، هذا بالإضافة إلى بعض الجليديات المعزولة في القارة الأفريقية مثل جليديات جبال كليمنجارو في كينيا ، وجليديات غينيا الجديدة في المحيط الهادي .

## أشكال الجليديات

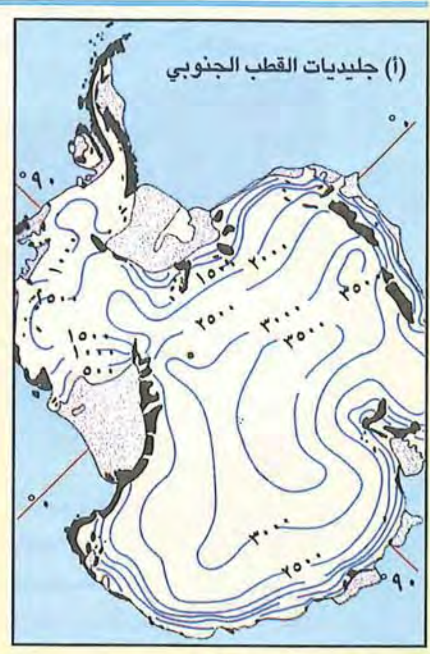
تتراكم الجليديات بأشكال مختلفة ، أهمها :

* **الصفائح الجليدية ( Ice Sheets ) :** تعد أكبر الجليديات حجماً حيث تزيد مساحتها عن ٥٠ ألف كم٢ ، ويصل عرضها إلى مئات الكيلو مترات ، ويتقوس سطحها العلوي على شكل قبة . ومن أشهر الصفائح الجليدية تلك التي توجد في القطبين الشمالي والجنوبي ، وفي جرينلاند .

* **القلنسوة الجليدية ( Ice Caps ) :** تشبه الصفائح الجليدية إلا أنها أقل منها مساحة .




● شكل (١) مراحل تحول الثلج إلى جليد.







● شكل (٢) الجليديات القارية.

* **الحقول الجليدية ( Ice Fields )** : مناطق واسعة يغطيها الجليد طول العام على الرغم مما يتبخر ويذوب منه ، وتوجد هذه الحقول في جميع القارات ماعدا استراليا .

* **جليديات الوادي ( Valley Glaciers )** : كتل جليدية تملأ وديان السلاسل الجبلية ( مثل الألب و الهيمالايا و الأنديز ) ، وتتحرك من مرتفعات الجبال الشاهقة إلى أسفلها عبر مسالك الوديان .

* **جليديات المسرح ( Cirque Glaciers )** : كتل جليدية صغيرة الحجم تملأ الأحواض المتكونة في أعالي الجبال .

* **جليديات السفح ( Piedmont Glaciers )** : تنتشر على سفوح الجبال على شكل مروحة ، ويوضح الشكل (٣) ، جليديات السفح على جنوب شرق ألاسكا .

## حركة الجليديات

تتحرك الكتل الجليدية وتنتقل من مكان لآخر بثلاث طرق هي :

### ● الانزلاق على السطح

تتحرك معظم الجليديات ـ باستثناء جليد بعض المناطق القطبية الذي يكون ملتصقاً بالطبقات الصخرية ـ بوساطة انزلاق ( Sliding ) أجزائها السفلى على سطح الصخر . ويعتقد العلماء أن الماء الذي يأتي من ذوبان جزء من الجليد يعمل كمساعد على زلق الجليد وتحركه فوق أسطح الصخور .

### ● الزحف الداخلي للجليد

يبدأ الجليد في الزحف الداخلي ( Internal Creeping ) عندما يصل الضغط الواقع عليه إلى مايعادل وزن كتلة جليدية يبلغ ارتفاعها ٥٠ متراً ، وعندئذ يسلك الجليد مسلك المواد اللدنة ويبدأ في الزحف .

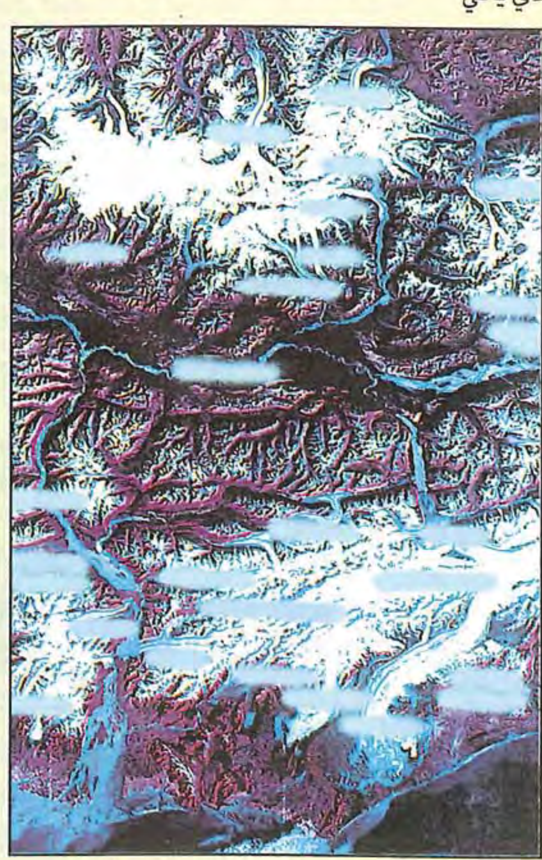
### ● التمدد والانضغاط

تتحرك الجليديات أيضاً بوساطة تمددها وانضغاطها تجاوباً مع التغيرات الحادثة في شكل الصخور الموجودة تحتها .

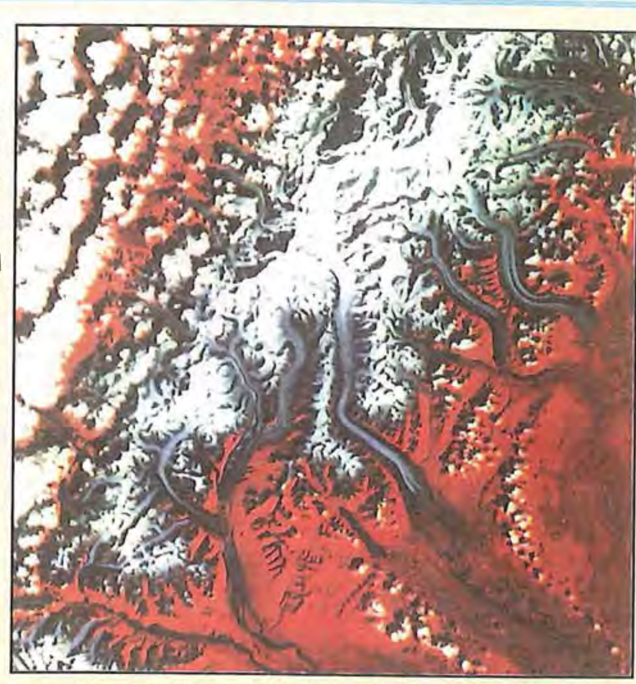
## سرعة الجليديات

تتراوح سرعة الجليديات بين ٢٠ متر إلى ٧كم في السنة وذلك تبعاً لعدد من العوامل منها شدة انحدار السطح الصخري ، وكثافة الجليد ، إلا أنه قد يحدث أحياناً ما يسمى باندفاع ( Surge ) الجليد ، أي سريانه لفترة قصيرة بسرعة عالية نسبيا تصل إلى ٢٧ متراً في اليوم ، وأحياناً قد تصل إلى ٣٠٠ متراً في اليوم ، وعلى سبيل المثال فقد تقدم الجليد الموجود في منطقة حسان آباد بجبال كراكورام باقليم كشمير ، شمال غرب الهند إلى ما يقارب ١٠ كيلو مترات في أقل من ثلاثة شهور أي بمعدل ١٣٠ متراً في اليوم تقريباً .

أجريت عدة دراسات لمعرفة أسباب اندفاع الجليد ، أو إندفاع البعض دون الآخر ، وذلك تلافيا للأضرار التي يمكن أن تلحق بالأرواح والممتلكات العامة والخاصة إذا ما داهمتها الكتل الجليدية أو الفيضانات الناجمة عن ذوبانها بصورة سريعة ، إلا أنه لم يتوصل العلماء حتى الآن لمعرفة هذه الأسباب . وقد وجد أن صور الأقمار الصناعية التي تؤخذ بشكل دوري للمنطقة تساعد بشكل كبير في رصد حركة الجليديات كما تساعد بالتالي في التمييز بين



● شكل (٣) جليديات السفح ، جنوب شرق ألاسكا.



● صورة (١) الفرق بين الجليديات المتدفقة والبطيئة ، أواسط ألاسكا.

الجليديات المندفعة وغير المندفعة ، ويتضح من الصورة (١) ـ التقطت من التابع الصناعي الأمريكي لاندسات لأواسط ألاسكا ـ الفرق بين الجليديات بطيئة الحركة ، والأخرى سريعة الحركة وذلك من خلال الاختلافات في شكل الخط الداكن اللون الموجود على منتصف الجليديات والذي يمثل الرسوبيات المحمولة عليها، ففي حالة الجليديات العادية بطيئة الحركة يظهر هذا الخط مستقيماً وغير متعرج وذلك لبطء الحركة وثبات الجليد نسبياً ، أما في حالة الجليديات المندفعة فيظهر ذلك الخط متعرجاً ، وذلك بسبب الاضطرابات الناتجة عن سرعة الحركة واندفاع الجليد .

## التعرية بالجليديات

تعد الجليديات من أكثر عوامل التعرية كفاءة وتأثيراً على سطح الأرض ، وذلك من خلال كسر ونزع أجزاء مختلفة الأحجام من صخور القاع وجدران الأودية ، ثم حملها ونقلها من أعلى إلى أسفل في اتجاه حركتها . كما تستطيع الجليديات حمل كتل حجرية كبيرة لا تقدر على حملها طرق نقل مواد التعرية الأخرى كالماء والهواء. ويتوقف معدل التعرية الجليدية على أربعة عوامل هي معدل حركة الجليد ، وسمك الجليد ، وشكل وصلادة محتوى قاعدة الجليد من الفتات الصخري ، ومدى قابلية سطح الجليد للتعرية . ويتم تعرية الصخور بوساطة الجليديات بإحدى الطريقتين التاليتين :

### ● الاقتلاع

تحدث التعرية بالاقتلاع ( Purrying ) عند مرور الجليد المتدفق فوق طبقة صخرية متصدعة مما يساعد على خلعها ورفعها وإضافتها إلى محتوى الجليد الصخري ، ومن ثم نقلها إلى مكان آخر. وأثناء هذه العملية يتسرب الماء ـ الناتج إما بفعل الانصهار الجزئي للجليد تحت تأثير الضغط المسلط عليه أو بفعل الحرارة الناتجة عن مرور الهواء الدافىء وملامسته للجليد ـ إلى شقوق الطبقات الصخرية أسفل الجليديات ، وعند تجمده يتمدد فيتسبب في خلع أجزاء أخرى من الصخور تسحبها وتنقلها الجليديات عند انسيابها وتحركها .

### ● الكشط

يقوم الجليد وما يحمله من صخور ـ أثناء حركته ـ بكشط وبَرْى وطَحْن الصخور الصلبة التى توجد في قَاع مجراه ، وتحويلها إلى حبيبات ناعمة تعرف باسم دقيق الصخر ( Rock Flour ) . كما تعمل الأجزاء الصخرية الكبيرة التى تحملها الجليديات على تكون خدوش أو أخاديد ـ الحزات الجليدية ( Ice Grooves )ـ بقاع المجرى، شكل (٤)، يستدل منها على اتجاه حركة الجليد .

## تضاريس التعرية الجليدية

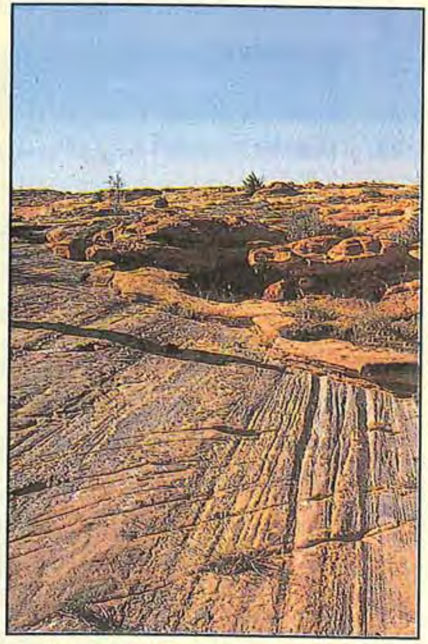
ينشأ عن حدوث التعرية الجليدية ظهور بعض التضاريس الأرضية ـ قد لاتتكون بوساطة عوامل التعرية الأخرى ـ التي تمثل الأدلة الأساس على أن تلك المناطق قد تأثرت ببعض الفترات الجليدية . وتختلف الأشكال التضاريسية الناتجة عن حركة الجليديات القارية عنها في حالة الجليديات الألبينية ، حيث تقتصر التضاريس في الحالة الأولى على ظهور أسطح مستوية ومصقولة بها خطوط مستقيمة وطويلة ، بينما تعمل الجليديات الألبينية على إبراز وتعميق الأخاديد الجبلية بمناطق وجودها وظهور تضاريس مختلفة منها ما يلي :

### ● أودية على شكل ( U )

يسلك الجليد مسارات المجاري المائية التى تكونت على شكل حرف ( V ) ، ويقوم ـ عند حركته خلالها ـ بتوسيعها وتعميقها إلى غور جليدي على شكل حرف ( U ) كما تظهر مجاري الجليد الرئيسة أكثر عمقاً وأقل ارتفاعاً من روافدها ، ولذلك فبعد انحسار الجليد تبقى الروافد الجليدية على مستوى أعلى من مستوى المجرى الرئيس ، وتسمى حينئذ بالوديان الثلجية المعلقة ، وعادة تمثل هذه الوديان ـ فيما بعد ـ مواقع شلالات مائية مثل شلالات يوسوميتي بولاية كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية .

### ● المدرجات الجليدية

المدرجات الجليدية عبارة عن انخفاضات شديدة الانحدار مفتوحة من أحد جوانبها



● شكل (٤) خدوش أرضية ناتجة عن حركة الجليديات، منطقة القصيم بالمملكة العربية السعودية.

على الـوادي ، وتمثل منطقـة تـراكم الثلـوج وتكون الجليد . وعند ذوبان الجليد تمثل هذه المدرجـات مـواقـع بحيرات مـائيـة صغيرة تعرف بالبرك الجبلية .

### الأزقة البحرية

تمثل الأزقـة البحـرية مـداخل شـديـدة الانحدار ـ يصل ارتفـاع جـدرانها إلى حوالي كيلو متر واحـد ـ توجـد في مناطق كثيرة من العالم عنـد ملاصقة الجبـال للمحيطات مثل منـاطق النرويج وكـولـومبيا وجـرينلانـد ونيـوز لنده وشيلي وألاسكـا . وتعد الأزقـة البحريـة أغواراً جليـدية شبـه مغمورة بعـد انحسار الجليد عنهـا وارتفاع مستوى سطح البحر لتغطية جزء منها .

### النتوءات والقرون الجبلية

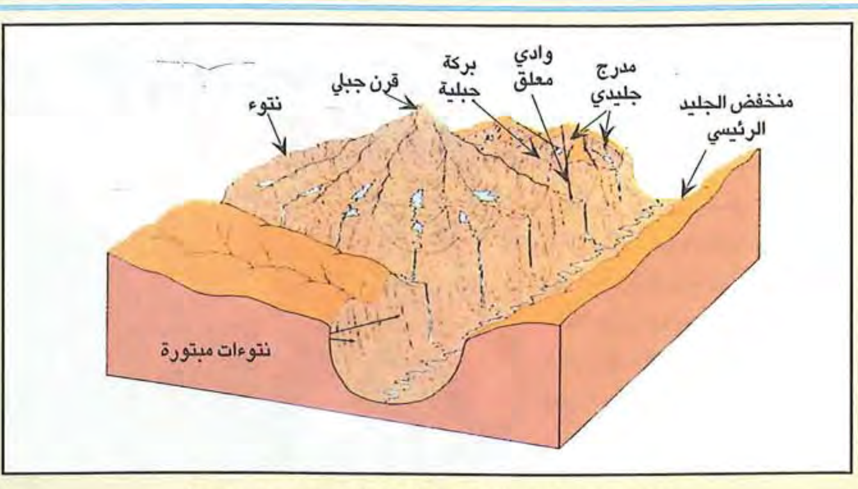
تتكون النتوءات ( تلال متعرجة مدببة ) ، والقرون الجبلية ( تلال هرمية مدببة ) عند توسيع المدرجـات الجبلية ، فإذا كـانت هذه المدرجـات حول قمـة واحـدة لأحد التـلال كونت قـرناً جبلياً ( Horn ) ، وأوضـح مثال على ذلك قرن الماتر بـالجزء السويسري من جبال الألب. وأما إذا كانت المدرجات الجبلية ليست في وضع دائري حـول قمـة واحـدة فإنها تكـون نتـوءاً جبليـاً ( Are, te ) . ويـوضـح الشكل (٥)، بعض الأشكـال الطوبغرافية الناتجة عن التعرية الجليدية .

## الرواسب الجليدية

الرواسب الجليدية ( Glacial Deposits ) عبـارة عن رواسب صخـريـة متفـاوتـة في الحجم والشكل والنـوع تجرفهـا وتنقلهـا الجليديات من موقعهـا الأصلي ثم ترسبها في مكان آخر على اليابسة أو في الماء .

تتميز هذه الرسـوبيات ـ عـن تلك التي تراكمت بفعل عوامل التعرية الأخرى ـ بأنها تتكون بصفة أساس من حطام صخري ناتج فقط عن التجـويـة الميكـانيكيـة ولم يتأثـر بالتجوية الكيميائية ، كما أنها لا تتـرسـب في مكانها إنمـا تنقـل إلى أماكـن أخـرى بعيـدة عن مصـدرها الأساس .

يمكن تقسيم الـرواسب الجليـديـة إلى نوعين ، هما : رواسـب يتم ترسبهـا مباشرة من الجليديـات وتعرف بـاسم الطين القاسي أو التِّل ( Till ) ، ورواسـب تترسـب من المـاء النـاتج عـن ذوبـان الجليـد وتسمى بالـرواسـب الطبقيـة الجليدية ( Stratified Drift ) .




شكل (٥) بعض الأشكال الطوبغرافية للتعرية الجليدية

### الطين القاسي

يتكون الطين القاسي ( Till ) من رواسـب طينية ممزوجة بالحصى والجلاميد ، تترسب مبـاشرة من الجليد بعـد ذوبـانـه ووضع حمولته من حطـام الصخـور غـير المصنفة ( سيئـة الفـرز ) . وتتميـز حبيبـات الطين بتجـاويف وخطـوط محززة ( Grooves ) ، كما أن حصواته بيضاوية الشكل وتمتـد في اتجـاه حركـة ( تـدفق ) الجليـد . وتتصلب طبقـات الطـين القاسـي على هيئـة رواسـب متمـاسـكة كثيفـة من جـلاميد الطين ( Tillite ) تكـوِّن أحيـاناً نطـاقـات أو أحزمـة قد تتعـرض للتشويـه والطي بسبب ضغط الكتل الجليدية عليها .

تحتـوي الـرواسـب الطينيـة عـادة على جلاميد مبعثرة ( Dropstones ) ومتناثرة على سطح الأرض وغريبة في شكلها وحجمها عن الصخـور المحيطـة بها ، ولـذلك تسمى بالشاردة أو الضـالة ( Erratics ) للدلالة على بُعد مصدرها عن المكان الموجودة به .

### الرسوبيات الطبقية

تتكـون الـرسـوبيـات الطبقيـة من كتل رسـوبيـة ـ معظمهـا من الـرمل والحصى صغـير الحجـم ـ تم فـرزها حسب وزن وحجم محتـوياتها مـن الحطام الصخـري أثنـاء ذوبـان الجليد ، وتعد هذه الرسوبيات مصدراً هـاماً لمواد رصف الطـرق ومشاريع البناء الأخرى .

## أشكال الرسوبيات الجليدية

تتشكل الرسـوبيات الجليدية بنـوعيها ـ الطين القاسي والـرواسب الطبقية ـــ على عدة أشكال أرضيـة ( Land Forms ) تميزهـا عن غيرهـا من الـرواسب المتكونـة بفعل عـوامل التعـريـة الأخـرى كـالماء والهواء . ومن أهم أشكـال الرواسب الجليـديـة الركـام الترابي الجليـدي ( المورين ـ Moraine ) ، والسنـام الجليدي البيضاوي ( Drumlines ) ، والكثبان الـركـامية الجليـديـة ( Eskers ) ، والدارات الركامية ( Kettles ) .

## الفترات الجليدية

تعـرف الفترات الجليديـة بأنها الفترات الـزمنية التي كـانت فيها كل من الصفـائح الجليدية والجليدات الألبينيـة أكثر انتشاراً ـ على سطـح الأرض ـ من الوقت الحاضر ، وتكـونت خـلالها رسوبيـات وتضـاريس أرضيـة معينـة لا تتكـون إلا في مثل تلك الظروف .

وقـد حـاول العلماء منـذ عـام ١٨٢١م معرفة الفترات الجليدية التي تجمعت خلالها تلك الـرسـوبيـات وتكـونت فيهـا تلك التضاريس ، إلى أن وضع العـالم السويسري أجاسيـز ( Agassiz ) ، عام ١٨٣٨م نظـرية

الأزمنة الجليدية التي اشتهر بها ، وبدأ هو والآخرون من بعده في إيجاد أبعاد وامتداد الصفائح الجليدية عن طريق الرسوبيات الموجودة بعيداً عن حواف الجليديات في الوقت الحاضر إلى أن تم التعرف على مدى انتشار تلك الصفائح .

## دلائل الفترات الجليدية

تم التعرف على الفترات الجليدية التى حدثت خلال العصور الجيولوجية المختلفة بعدة أدلة ( Evidences ) أهمها :

١- الرواسب المختلفة التى ترسبها الجليديات أثناء حركتها ، وبعد توقفها وذوبانها ، والأشكال المختلفة التى تُشكلها هذه الرسوبيات عند تراكمها .

٢- التضاريس الأرضية الناجمة عن حركة الجليديات مثل الأودية المعلقة والمدرجات والأزقة الجليدية .. وغيرها .

٣- تحليل مستويات تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون في الجو خلال الفترات الزمنية السابقة حيث يتناسب تركيزه تناسباً طردياً مع ارتفاع درجة حرارة الجو .

٤- دراسة نظائر الأكسجين ( $O^{18}$ و $O^{16}$ ) في بقايا الحفريات القديمة على أعماق مختلفة من باطن الأرض .

## عصور الفترات الجليدية

ساعد التعرف على أماكن وجود الرواسب والتضاريس الجليدية في تحديد الفترات الجليدية التى تخللت العصور الجيولوجية المختلفة ، وهي على النحو التالي :

* **عصر ما قبل الكمبري ( Pre - Cambrian ) :** حدث فيه مالا يقل عن ثلاث فترات جليدية ( منذ حوالي ٩٤٠ ، و٧٧٠ ، و٦١٥ مليون سنة على التوالي ) ، دامت كل منها قرابة ١٠٠ مليون سنة .

* **العصر الأوردوفيشي المتأخر (Late Ordovician) :** تخللته فترة جليدية وجيزة، وقد وجدت دلائلها في شبه الجزيرة العربية .

* **العصر البرمي والكربوني (Permo - Carbonferous) :** تعد الفترة الجليدية التي سادت هاتين العصرين ( امتدت من ٣٣٠ مليون سنة إلى ٢٥٠ مليون سنة من الآن ) من أطول الفترات الجليدية . وقد دلت دراسة الرواسب الجليدية في تلك الفترة على أن جميع القارات — الموجودة حاليا — كانت مجتمعة في كتلة واحدة كبيرة تسمى بانجيا ( Pangea ) ، وكان مركز الجليد حينئذ قريباً من موقع القطب الجنوبي للأرض .

* **نهاية الإيوسين وبداية الأوليجوسين ( Late Eocene and Early Oligocene ) :** حدثت خلاله فترة جليدية سريعة ( منذ ٣٨ مليون سنة ) يعتقد أنها بداية تكون بحر الجليد في القطب الجنوبي ، أما جليديات القطب الشمالي فلم يبدأ تكوينها إلا منذ حوالي ١٢ مليون سنة .

* **العصر الرباعي ( Quaternary ) :** بدأ منذ فترة تتراوح بين ٢,٥ إلى ٣ ملايين سنة وتخللته عدة فترات جليدية أهمها ما يلي :

- **حين البلايستوسين ( Pliestocene Age ) :** شهد هذا الحين - المليونا سنة الأخيرة - عدة دورات من الصقيع والدفء ، وقد تم تسجيل أربع فترات جليدية رئيسة حدثت بين ١,٦ إلى ١,٣ ، و٩, إلى ٧, ، و٥٥, إلى ٤, ، و٠٨, إلى ٠١, مليون سنة على التوالي ، بالإضافة إلى حوالي ١٧ فترة جليدية أخرى أقل عمراً من سابقتها .

وقد حدثت آخر فترة جليدية عالمية قبل حوالي ٨٥,٠٠٠ سنة دامت ١٠,٠٠٠ سنة وانخفضت خلالها درجة الحرارة في القطب الجنوبي بين درجتين إلى ثلاث درجات مئوية .

كما حدثت فترة جليدية أخرى في ذلك الحين — في النصف الشمالي من الكرة الأرضية - منذ حوالى ١٨,٠٠٠ سنة، وتعد هذه الفترة آخر الفترات الجليدية في النصف الشمالي من الكرة الأرضية ، ووصلت ذروتها مع انخفاض مستوى سطح البحر بحوالي ٨٥م عن مستواه في الوقت الحاضر، وغطى الجليد خلالها معظم نصف الكرة الشمالي بسمك يصل إلى حوالي ٣كم في كل من أمريكا الشمالية وشمال أوروبا وشمال سيبيريا وجرينلاند إضافة إلى القطب الجنوبي.

- **حين الهولوسين ( Holocene ) :** بدأ منذ حوالي ١٠,٠٠٠ سنة وحدثت خلاله عدة فترات جليدية هي :

١- فترات صقيع عند حوالي ٦٠٠٠سنة، و١٠٠٠ سنة قبل الميلاد ، وفترة أخرى استمرت حتى ٥٠٠ سنة بعد الميلاد .

٢- فترات صقيع خلال العهد الروماني حيث كانت أوربا دافئة حوالى ٤٠٠ سنة بعد الميلاد ، تلاها فترة صقيع بين ٤٠٠ إلى ٨٠٠ سنة بعد الميلاد ، ثم فترة دفء بين عامي ٨٠٠ إلى ١٢٠٠ سنة بعد الميلاد ، سميت بفترة دفء القرون الوسطى ( Medieral Warm Period ) .

٣- فترة العصر الجليدي الصغير ( Little Ice Age )، وبدأت في عام ١٢٠٠ بعد الميلاد ، ووصلت ذروتها في أواخر القرن السابع عشر .

٤- إنخفاض جزئي لدرجة الحرارة في أواخر القرن الثامن عشر، ثم أخذت في الإرتفاع حيث وصلت إلى أعلى درجاتها في أوائل القرن العشرين ، ثم بدأت تتراجع حوالي عام ١٩٥٠م خاصة في نصف الكرة الشمالي ، ويبدو أننا الآن في أواخر فترة ما بين الجليديات الحالية .

وقد أشارت دراسة حديثة إلى تميز حين الهولوسين بحدوث دورات بين الصقيع والدفء كل ٢٦٠٠ سنة ، كما أوضحت دراسة أخرى إلى انهيار أول حضارة في العالم ( حضارة الأكادية وهم من الساميين الذي قطنوا أواسط العراق ) في حوالي عام ٢٢٠٠ قبل الميلاد ، وقد يرجع السبب في ذلك إلى حدوث فترة صقيع قصيرة نسبياً حجبت الأمطار عن سطح الأرض فجفت الأنهار وانهارت الزراعة التى قامت عليها الحضارة، وتفتت المجتمع وتفرق الناس وهاجروا لمختلف الأمصار .

## أسباب تكوين الجليديات

على الرغم من معرفة الكثير عن آلية تكوين الجليديات ، وحركتها ، وأبعادها في الماضي والحاضر إلى جانب العديد من الظواهر التى تصاحبها سواء أكانت نتيجة للتعرية أو للترسيب ، إلا أنه إلى الآن لم يتمكن العلماء بشكل قاطع من تحديد أسباب حدوث الفترات الجليدية التى تخللت بعض العصور الجيولوجية وتركت شواهدها وأدلتها الدامغة . وقد طُرحت عدةنظريات لتفسير الظروف التى أدت إلى

حـدوث مثل تلك الفترات ، ومن أهم هـذه النظريات ما يلي :

## ● التغيرات في توازن الطاقة

تعـد الشمـس والتغــيرات في كميـة الطاقـة الناجمـة عنهـا ـ خاصـة البقـعـه الشمسيـة ـ المحـرك والمصـدر الأسـاس للطاقة اللازمة لإحداث الـدورات الجـوية ( المناخية ) ، ولذا فإن التغير في كمية الطاقة الشمسية يؤدي إلي تغيرات في توازن الطاقة على سطح الأرض ( Earth's Energy Balance ) . تـرجع التغيرات في الطـاقـة الشمسيـة إلى التـذبـذبـات في التـوازن الحـراري للشمس بسبب التباين في منطقة تيارات الحمل داخل الشمس أو التفـاوت في لب الشمس كل فترة زمنيـة تتراوح بين ٢٠٠ إلى ٣٠٠ مليـون سنة ، وقد أثبتت قياسات الأقمار الصناعية حدوث تفاوت مقداره حـوالي ١,٪ في الطاقة الشمسيـة كل ١١ عـامـاً، وهـو مـا يسمى بدورة الإحدى عشرة سنة للبقع الشمسية .

## ● تغيرات جغرافية الأرض

تحدث التغيرات في جغـرافيـة الأرض بسبب عمليـات الانجراف القـاري ، وتـوسع قاع المحيطات أو حركـة القطب نفسه ( نتيجة لحركة القشرة الأرضية ككل بـالنسبة لمحور دوران الأرض ) ، وكـذلـك التغير في نسبـة اليـابسـة إلى الميـاه على سطح الأرض والتي تعتمـد بدورهـا على أشكال القـارات ، وعلى التغيرات في المستـوى العالمي لسطح البحـر (Eustatic) ، ومن المعتقـد أن نسبة اليـابسة إلى الماء قد تغيرت بحـوالي ٢٠٪ خلال المائة وثمانين مليون سنة الماضية ، ونتج عن ذلك تغيرات في الأشكال وأماكـن وجود القارات وبالتـالي في الظروف الجويـة ، حيث إنه مع حـركـة القـارات بـاتجاه القطب تتعـرض للبرودة ، ومن ثم قد تبدأ فترة جليدية .

## ● النظرية الفلكية

أسهمت النظـريـة الفلكيـة لتغير المنـاخ لعـالم الفلك **مـالنكـوفتش** ، ١٨٣٠م ، في شرح آلية التغيرات والفترات الجليديـة . وقد كان مفاد هذه النظـرية أن التغيرات في كمية الإشعاعـات الشمسية القـادمة من الشمس إلى سطح الكـرة الأرضيـة هـي العـامل الأسـاس للتحكم في المنـاخ ، ولتفسير ذلك فقد وضـع **مالنكوفتش** نمـوذجـاً رياضياً ( Model ) مفصـلاً لحسـاب التغيرات في ميزان الطـاقة العـالمية نتيجـة لتأثير بعض الاضطرابات في مـدار الأرض مثل الاختلاف المركـزي في مـدار الأرض حـول الشمس ، وتقـدم محور دوران الأرض ومحور المدار البيضـاوي ، وفي انحـراف صخـور الأرض بـالنسبـة لمستـوى دائرة البروج ( الـدائرة الظاهرة لمسـار الشمس ) ، وما ينتج عن تلك المتغيرات من اختــلافـات كبيرة في تــوزيع الإشعـاع الشمسي حسب الفصـول الأربعـة وخطوط العرض . وتعد نظرية **مالنكوفتش** من أقوى النظـريات لشرح المتغيرات الجوية بما في ذلك التغيرات في تــوقيت الفترات الجليدية وسرعة حدوثها وانتهائها .

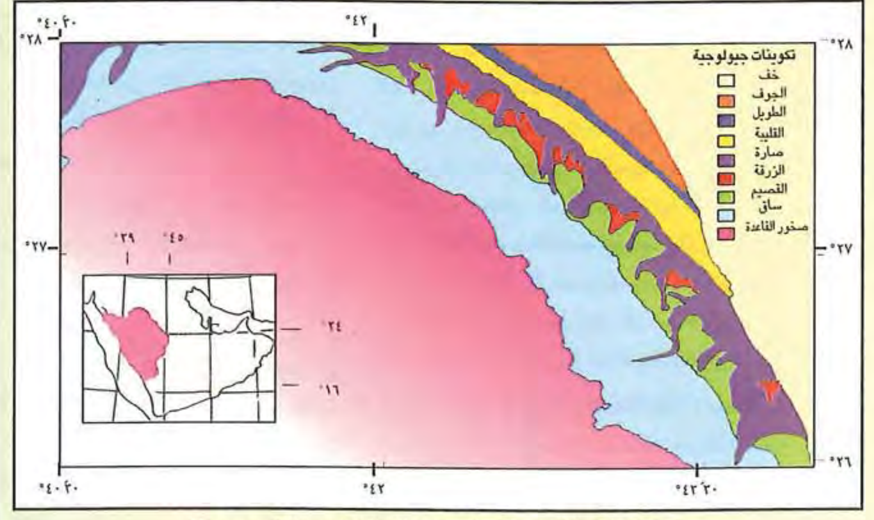
## الرواسب الجليدية في المملكة

لقد كان للدكتور **عبد العزيز اللعبون** ، وآخرين من وزارة البترول والثروة المعدنية إسهامـات جيدة في مجال تحديـد الرواسب الجليدية في المملكة . وقـد خلصت الدراسات إلى وجــود ترابـط وثيـق بين هـذه الـرواسب والغطـاء الجليـدي على قـارة جوندوانا القديمـة ( Gondwana Paleocontinent ) ، في العصر الأردوفـيشي المتأخر ، حيث تخلل هـذا العصر مـوجتـان من تقـدم وتأخـر الجليـديـات ، وقـد تم التعـرف عليهما من خـلال العـديـد من دلائل الجليـديـات التي ذكرت سابقاً ـ مثل سطوح التعرية المميزة ، والتخطيطـات ( Grooves ) والـرسـوبيـات الجليدية المختلفة .

وتم التعرف على وجود تلك الـرسوبيات في مـوقعين على الأقل بـالمملكـة هما القصيم وتبـوك . وقــد سميت طبقـات الـرواسب الجليديـة ـ في هـذين الموقعين ـ بتكــوين الزرقاء ( Zarqa Formation ) وتكوّين صارة ( Sarah Formation ) ، وتتكـون من رواسب قـاريـة مـن الطين القـاسي ، ورواسب أنهار جليـديـة ( Fluvial Glacial ) ، ورواسب جليـديات بحـريـة وبحيرات ( Lacustrine ) . ويعلـو هـذه الـرواسب تكويـن القصيم ( Qasim Formation ) وإن كـان سطح التعرية بينهما أحياناً يتم نحته وتعريته حتى تكوين سـاق ( Saq Formation ) .

يتميـز تكـوين صـاره في جنـوب منطقـة القصيم برواسبه التي ملأت الأودية القديمة ( Paleo-Valleys ) بشكل أوضـح من تكـوين الزرقاء . وقد تم التعرف على تسعة عشر وادياً منها حتى الآن ـ مثل وادي صاره وبريـدة .. الخ ، شكـل (٦) ـ تمتـد باتجـاه الشمـال الشرقي غـالبـاً أو الشمال أو الشرق أحيـانـاً ، وبطول يصل إلى ٥٠كم تقريباً وعرض يتراوح بين مئات الأمتـار إلى بضعة كيلـو مترات . كما يتراوح سمكها بين ٢٧م إلى ٣٠٠م .

وفي إطار نظرية « زحف القارات » تتجه معظم الدراسات الآن إلى القول بأن الجزيرة العربيـة في العصر الأردوفيشي كانـت جزءاً من القـارة القديمـة جـوندوانـا ـ كما ذكـر سابقـاً ـ التي شملت النصف الجنـوبي من الكرة الأرضية ، وأن موقع الجزيرة العربية كان بين خطي عـرض ٥٠° و ٦٠° جنوباً ، ومقارنـة بـالـوضع الجغـرافي الحالي للعام ، فإن ذلك الموقع هو تقـريباً مــوقـع جزر ( Tierra Del Fuego ) ( الطـرف الجنـوبي لأمـريكا الجنـوبيـة ) وجزيـرة روس على القطب الجنوبي . والله أعلم .




● شكل (٦) الظواهر الجليدية في المملكة العربية السعودية.



# الينابيع

د. علي سعد الطخيس

**تُعَرَّف الينابيع ( Springs ) ، العيون أو الأفلاج ، بأنها الأماكن التي يتدفق منها الماء تلقائياً - دون تدخل الإنسان - عندما يتقاطع منسوب المياه الجوفية في تلك الأماكن مع سطح الأرض ، وقد ورد ذكر الينابيع أو العيون في أكثر من عشرين آية من آيات القرآن الكريم منها قوله تعالى ﴿ ألم تر أن الله أنزل من السماء ماء فسلكه ينابيع في الأرض ، ثم يخرج به زرعاً مختلفاً ألوانه ﴾ ( سورة الزمر ، آية ٢١ ) ، وقوله عز وجل ﴿ وفجرنا الأرض عيوناً فالتقى الماء على أمر قد قدر ﴾ ( سورة القمر ، آية ١٢ ).**

وقد نالت الينابيع ــ خاصة الموجودة منها في المناطق القاحلة شحيحة الأمطار - أهمية بالغة ، لأغراض الشرب والزراعة والصناعة وغيرها ، ولذلك أصبحت أماكن وجودها مركزاً هاماً لتجمع الحضارات القديمة على مر السنين ، حيث توجد الحياة أينما توجد المياه ، وذلك مصداقاً لقول الله تعالى ﴿ وجعلنا من الماء كل شيء حي ﴾ ( سورة الأنبياء ، الآية ٣٠ ) . وفضلاً عن ذلك تستخدم مياه بعض الينابيع - خاصة الحارة منها أو المعدنية ــ في علاج بعض الأمراض الجلدية ــ بإذن الله ــ وذلك لما تحتويه مياهها من بعض العناصر الكيميائية الهامة .

تصنف الينابيع إلى عدة أنواع وفقاً لمجموعة خصائص منها كمية المياه المنبثقة من النبع ( غزيرة ، متوسطة ، شحيحة ) ، ونوع صخور الطبقة الحاملة للمياه ( جيرية ، رملية ، صخور القاعدة المعقدة ( Basement Complex ) المتشققة ) ، والخصائص الكيميائية للمياه ( تركيز الأملاح المذابة ) ، والخصائص الفيزيائية للمياه ( درجة الحرارة ، ودرجة التعكير ) ، ونوع الاستخدام ( الشرب ، والزراعة ، والصناعة ) ، ومكان انبثاق المياه ( رسوبيات وديان ، وشقوق عيون بحرية ، ومياه ارتوازية ) ، والتراكيب الجيولوجية التي تمر منها مياه الينابيع ( الصدوع ، والطيات ، والشقوق ، ومناطق الهبوط الأرضي ) .

ومن أمثلة التصنيفات السابقة للينابيع نذكر منها تقسيم **مينزر** ( Meinzer ) ،عام ١٩٢٣م الذي صنفها - حسب كمية المياه المنبثقة منها ( م٣/ثانية ) ــ إلى ثمانية مستويات ( يتراوح إنتاجها من المياه بين > ١٠م٣/ث للمستوى الأول ، و < ١٠ ملليلتر/ث للمستوى الثامن ) ، يوضحها الجدول (١) .

ويعتمد إنتاج الينابيع من المياه بصفة عامة على ثلاثة عناصر أساس هي مساحة المنطقة الفعَّالة التي تسقط عليها الأمطار لتغذية الطبقات الحاملة للمياه ، وكمية المياه التي تُغذي تلك الطبقات ، ونفاذية الطبقة المائية . كما يعد إنتاج بعض الينابيع موسمياً ، حيث تجري منها المياه بعد هطول الأمطار بفترة وجيزة ، ثم تتوقف في أوقات الجفاف ، وذلك بسبب هبوط مستويات المياه الجوفية ، ويندرج تحت هذا الصنف معظم الينابيع ذات المستوى الثامن .

كما توجد ينابيع عديدة يتفاوت إنتاجها

| المستوى | متوسط الإنتاج / ثانية |
|---|---|
| الأول | أكثر من ١٠ متر٣ |
| الثاني | ١ ـ ١٠ متر٣ |
| الثالث | ١, ـ ١ متر٣ |
| الرابع | ١٠ ـ ١٠٠ لتر |
| الخامس | ١ ـ ١٠ لتر |
| السادس | ١, ـ ١ لتر |
| السابع | ١٠ ـ ١٠٠ ملليلتر |
| الثامن | أقل من ١٠ ملليلتر |

● جدول (١) تصنيف مينزر للينابيع .
( المصدر : تود ( Todd ) ، عام ١٩٨٠م ) .

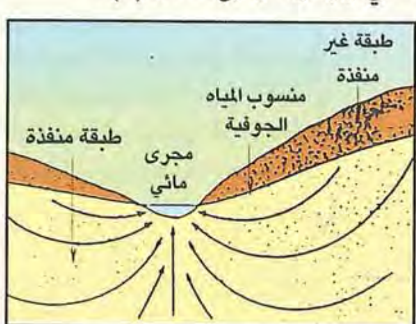
بين المستوى الأول والسابع . وتعد ينابيع الفوكلوز ( Fontaine de Vaucluse ) في فرنسا ـ تنبع من صخور جيرية ـــ من المستوى الأول حيث يبلغ إنتاجها أكثر من ١١٣م٣/ث .

## أمثلة لأنواع الينابيع

هناك عدة أنواع من الينابيع من أهمها مايلي :

### ● ينابيع الجاذبية

تتشكل ينابيع الجاذبية ( Gravity Springs ) على هيئة فتحات طبيعية توجد عند تماس أو اتصال تكوينين جيولوجين مختلفين أحدهما منفذ والآخر غير منفذ ، حيث تنساب المياه على سطح الأرض من الطبقات المنفذة التي تعلو الطبقات الأخرى غير المنفذة . وتعتمد المياه الجوفية في حركتها ـ عبر الصخور المنفذة ـــ على تأثير قوة الجاذبية حيث تتحرك من مناطق ذات منسوب عال من الماء إلى مناطق ذات منسوب مائيّ منخفض في اتجاه مجرى مائي أو بحيرة أو نبع ، شكل (١) .



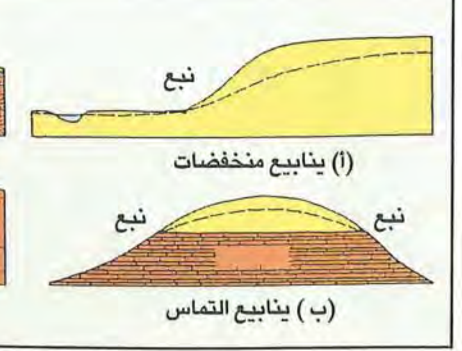

● شكل (١) إتجاه حركة المياه الجوفية خلال طبقة منفذة .

وتشتمل ينابيع الجاذبية على عدة أنواع ، شكل (٢) ، أهمها :

* **ينابيع منخفضات ( Depression Springs ) :** وتنبع منها المياه عندما يتقاطع سطح الأرض مع منسوب الماء الجوفي ، شكل (٢ ـ أ) .

* **ينابيع التماس ( Contact Springs ) :** وتتكون عندما تعلو طبقة منفذة حاملة للمياه طبقة أخرى أقل نفاذية وظاهرة على سطح الأرض ، شكل (٢ ـ ب) .

* **ينابيع ارتوازية ( Artesian Springs ) :** وتنتج عندما يتحرر الماء الموجود في طبقة مائية محصورة بين طبقتين غير منفذتين ، وذلك إما بانكشاف الطبقة المائية وظهورها على سطح الأرض ، وإما من خلال فتحات في الطبقات غير المنفذة التي تعلو الطبقة المنفذة ، شكل (٢ ـ ج) ، مما يؤدي إلى تسرب الماء وسريانها على شكل ينبوع .




● شكل (٢) أنواع ينابيع الجاذبية .

* **ينابيع أنبوبية أو ينابيع الشقوق : ( Tabular Springs or Fracture Springs )** تتكون من قنوات مستديرة ، شكل (٢ ـ د ) ، مثل قنوات اللابا ( Lava Tube ) ، أو قنوات التحلل ( Solution Channels ) . أو شقوق في صخور غير منفذة على اتصال مع المياه الجوفية .

### ● ينابيع جيرية :

تنشأ الينابيع الجيرية نتيجة دوران المياه الجوفية في أحجار الجير والدولوميت ، حيث تقوم هذه المياه بإذابة تلك الصخور وتوسيع الفجوات والشقوق فيها ، ويساعد على ذلك تفاعل غاز ثاني أكسيد الكربون الموجود في التربة مع المياه مكوناً حامض الكربونيك الذي يتفاعل بدوره مع كربونات الكالسيوم ويحولها إلى بيكربونات الكالسيوم القابلة للذوبان في الماء ، ويصاحب ذلك تهدم وهبوط للطبقات الحاملة للمياه التي تعلو طبقات الحجر الجيري والدولوميت ، مما يؤدي إلى ارتفاع مستوى الماء الجوفي في موقع الإذابة أو التهدم ، واندفاعه إلى أعلى مكوناً ينبوع .

### ● ينابيع حارة

تعرف الينابيع الحارة ( Hot or Thermal Springs ) بأنها تلك الينابيع التي تتدفق منها مياه مرتفعة الحرارة تصل في بعض الأحيان إلى درجة الغليان . وتحدث هذه الظاهرة نتيجة تماس المياه الجوفية مع صخور ساخنة تحت سطح الأرض . ومن أمثلة ذلك الينابيع الحارة الموجودة في ولاية أركنساس ( Arkansas ) ، ومنتزه الحجر الأصفر ( Yellow Stone ) بولاية وايومنج ( Wyoming ) بالولايات المتحدة الأمريكية ، شكل (٣) ، وبعض عيون وادي الليث وجازان بالمملكة العربية السعودية .

وبصفة عامة هناك ثلاثة عوامل يجب توافرها ـــ لانبثاق الينابيع الحارة ـ تتمثل في وجود مصدر جيد ومستمر من المياه الجوفية ، وشقوق وتصدعات وفواصل تمتد من سطح الأرض ـــ داخل الطبقات ـــ إلى أعماق بعيدة باتجاه باطن الأرض حيث ترتفع درجة الحرارة مع زيادة العمق ، ووجود صخور حارة قريبة نسبياً من سطح الأرض .



● شكل (٣) أحد العيون الحارة بولاية وايومنج بامريكا .

وعلى الرغم من كل المحاولات التي أجريت حتى الآن للتعرف على مصدر الحرارة داخل الينابيع الحارة، إلا أن ذلك لم يُعرف بشكل نهائي باستثناء بعض المناطق النشطة حركيا أو تلك التي تتميز بوجود براكين حديثة. وتتكون مياه بعض الينابيع الحارة من خليط من عدة أنواع من المياه هي الماء السماوي، وماء الأعماق، والماء المقرون، ويمكن توضيح هذه الأنواع من المياه على النحو التالي:

* **الماء السماوي أو الجوي ( Meteoric water ):** ماء جوفي تجمع في الطبقات المائية بسبب هطول الأمطار، وهو حديث المنشأ قياساً بالأزمنة الجيولوجية، ولا يزال هذا الماء يشكل جزءاً من الدورة الهيدرولوجية.

* **ماء مقرون ( Connate water ):** ماء جوفي متراكم في الصخور الرسوبية أثناء ترسبها، وبقي جزء منه داخل مسام هذه الصخور ولم يخرج أثناء تصلبها، والماء المقرون أقدم من الماء السماوي، كما أنه معزول عن الدورة الهيدرولوجية.

* **ماء الأعماق( Juvenile water ):** ماء جوفي نشأ ووجد مع نشأة صخور القشرة الأرضية نفسها، وبالتالي فهو أقدم أنواع المياه الجوفية، ويمكنه التحرك إلى أعلى عبر صخور القشرة الأرضية مع النشاطات البركانية.

## ● ينابيع فوّارة

تعد الينابيع الفوارة ( Geysers ) نوعاً خاصاً من الينابيع الحارة حيث تتفجر وتثور على فترات متقطعة على هيئة أعمدة من الماء الحار والبخار تنطلق في الهواء إلى ارتفاعات قد تصل إلى مئات الأمتار. وتنبثق هذه الينابيع عندما يرتفع الضغط الداخلي على المياه الجوفية الموجودة في الشقوق والفجوات والكهوف أو في الصخور المنفذة، حيث يصاحب ذلك إرتفاع في درجة حرارتها، ومع إستمرار زيادة درجة الحرارة أو نقص الضغط - نتيجة التخلص من بعض الغازات الذائبة - تأخذ تلك المياه في الغليان، وتُشكل بخار الماء الذي يتمدد قاذفاً الماء من الكهوف التحتية والشقوق إلى أعلى في الهواء. وعندما يتحرر الضغط أو يخف فإن الشقوق والكهوف تمتلئ بالمياه مرة أخرى حيث ترتفع درجة حرارتها وتغلي وتتحول إلى بخار ماء يتمدد قاذفاً الماء إلى أعلى، وهكذا.

وتختلف الفترات الفاصلة بين كل فوران وآخر باختلاف الزمن اللازم لوصول المياه إلى الشقوق والكهوف وتسخينها لدرجة الغليان، فقد تطول تلك الفترة أو تقصر، إلا أنها تنتظم في بعض الأحيان مثلما يحدث في الينابيع الفوارة في منتزه الحجر الأصفر بالولايات المتحدة الأمريكية التي تنفجر على فترات قصيرة ومنتظمة لأن الصخور الحاملة للمياه ذات نفاذية عالية، ومن ثم تصل المياه الجوفية بسرعة إلى أسفل الشقوق والكهوف.

## ● ينابيع بحرية

توجد الينابيع البحرية ( Submarine Springs ) داخل البحار في المناطق القريبة من الشواطيء، أي في مناطق المد ( Tidal Zones )، وذلك نتيجة لميل الطبقات الحاملة للمياه وانكشافها داخل مياه البحار، ومن أمثلة ذلك الينابيع البحرية بالخليج العربي.

## آلية تكوين الينابيع

يرجع تكوين الينابيع - بمشيئة الله - إلى سقوط الأمطار على سطح الأرض، حيث يتسرب جزء منها إلى أسفل باتجاه الطبقات الأرضية من خلال الصخور المنفذة للمياه مثل أحجار الرمل، وتستمر المياه في التسرب والارتشاح إلى أن تصل إما إلى طبقة غير منفذة للمياه أو إلى منسوب المياه الجوفية، حيث تتجمع هناك إلى أن تجد طريقها للانبثاق إلى سطح الأرض على هيئة ينابيع وذلك من خلال عدة أسباب أهمها:

١ - الحركات الأرضية وما يصاحبها من حدوث صدوع وطيات وزلازل وبراكين، قد تؤدي إلى ظهور ينابيع، أو فقدان ينابيع أخرى كانت موجودة سابقاً، فعلى سبيل المثال يصاحب بعض أنواع الصدوع هبوط أجزاء من المناطق المتصدعة، ومن ثم تصبح الطبقة المنفذة الحاملة للمياه في مواجهة الطبقات غير المنفذة مما يؤدي إلى حجز المياه الجوفية وعدم تسربها، ورفع مستواها إلى أن تتدفق على شكل ينبوع عند نقطة تقاطع مستوى الصدع مع سطح الأرض. كما أن تعرض بعض الأماكن للطي يؤدي إلى إتاحة الفرصة لظهور الطبقات المنفذة وغير المنفذة وانكشافها على سطح الأرض، مما يترتب عليه ظهور ينابيع عند تقاطع منسوب المياه الجوفية مع سطح الأرض.

٢ - ارتفاع مستوى المياه الجوفية حتى تصل إلى سطح الأرض، وذلك من خلال الشقوق والفواصل الموجودة على سطح الصخور الصلبة النارية والمتحولة.

٣ - زيادة الضغط الواقع على المياه داخل الطبقات الحاملة لها عن الضغط الخارجي، مما يؤدي إلى اندفاعها عبر منافذ مختلفة إلى الخارج مكونة ينابيع، ويحدث ذلك بصفة أساس عند تسرب المياه الجوفية إلى أعماق كبيرة فترتفع درجة حرارتها، وتتحول إلى بخار ماء يندفع إلى سطح الأرض.

٤ - تخلل المياه الجوفية للصخور الجيرية مؤدية إلى تحللها وذوبانها، وتشكُّل كهوف وفجوات كبيرة تحت سطح الأرض، بسبب أن ارتفاع مستوى الماء الجوفي — في موقع الإذابة — يؤدي إلى إنبثاق بعض الينابيع التي تسمى في هذه الحالة بينابيع الكارست ( Karst Springs ).

## عيون المملكة

يكثر في المملكة استخدام مصطلح العيون بدلاً من الينابيع ويطلق هذا المصطلح على كل من العيون الطبيعية ( عيون المياه ذات درجة الحرارة العادية مثل عيون الاحساء، والأفلاج، ووادي فاطمة، والعيون البحرية بالخليج العربي، وعيون المياه الحارة مثل عيون وادي الليث، وجازان )، والعيون الصناعية التي اعتنى بها الإنسان ( مثل عين زبيدة، وعين شبرا بالطائف ) وشيد بها بعض الإنشاءات والتحسينات للاستفادة القصوى من مياهها كالدبول والخيوف، وهي قنوات يتراوح عمقها بين نصف متر إلى أكثر من عشرة أمتار يقوم الإنسان بحفرها حتى تصل إلى منسوب المياه لنقلها إلى المناطق المراد ريها.

توجد العيون في مناطق مختلفة من المملكة من الخليج العربي شرقاً إلى البحر الاحمر غرباً، ومن الهضاب الشمالية شمالاً إلى صحراء الربع الخالي جنوباً، وتختلف هذه العيون من مكان لآخر، وكذلك مياهها

من حيث الوصف والكم وذلك لأسباب عديدة منها اختلاف نوع الصخور الحاملة للمياه، والتراكيب الجيولوجية، واختلاف عناصر الدورة المائية .. وغيرها. ومن الجدير بالذكر أن معظم الينابيع أو العيون الطبيعية في المملكة لم تعد تخرج منها المياه ذاتياً ـ في الآونة الأخيرة - نتيجة لزيادةالطلب على المياه الجوفية لمختلف الأغراض مما أدى إلى ضخ المياه من هذه العيون، أو حفر آبار قريبة منها. ومن أشهر عيون المملكة وأكثرها استخداما مايلي :

## ● عيون الإحساء

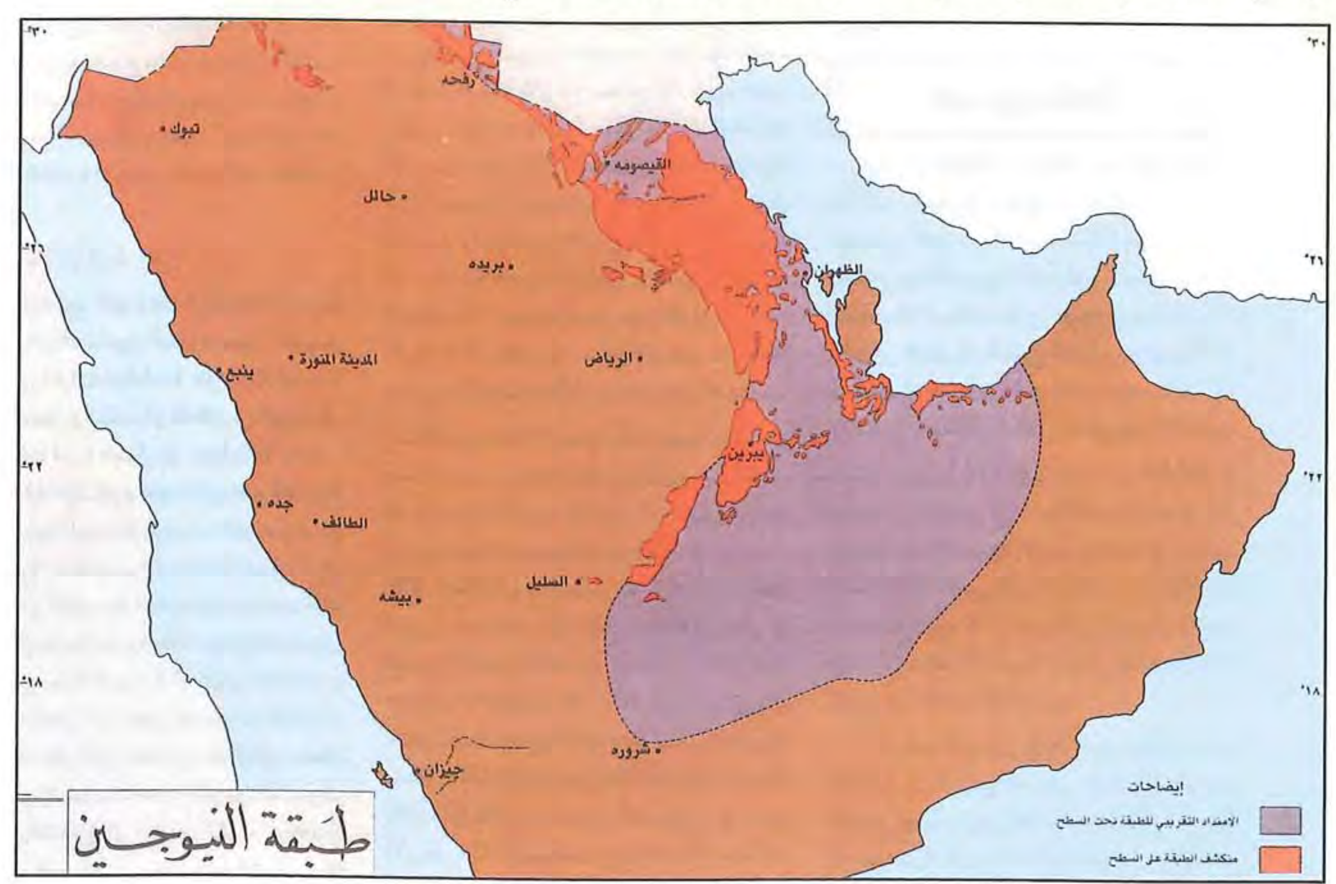
تستمد عيون الإحساء مياهها من طبقة النيوجين، وهي سلسلة من طبقات رسوبية مختلفة التركيب الصخري (أحجار رملية ومارل وحجر جيري) تعود إلى حيني الميوسين والبلايوسين، وتمتد إلى مسافة واسعة، شكل (٣)، ويتراوح سمكها بين ٢٠ إلى ١٢٠ متر. وقد قدر إنتاج هذه العيون من المياه (عام ١٩٥١م - ١٩٥٢م) بحوالي ٣١٥ مليون متر٣/سنة، إلا أن هذا الإنتاج قد ازداد ووصل عام ١٩٦٣م - ١٩٦٤م إلى حوالي ٤٠٠ مليون متر٣/سنة. ويوضح الجدول (٢) أسماء ومواقع بعض عيون الإحساء، وخصائص مياهها، وكمية إنتاجها من المياه (متر٣/ثانية).



| اسم العين | الموقع | الملوحة (ديسي سيمنز/متر) | درجة حرارة الماء (مْ) | كمية الإنتاج (م٣/يوم) |
|---|---|---|---|---|
| البحيرية | الهفوف | ٢,٥٠ | ٢٦ | ٢٨٢٥٣ |
| الشعبة | المطيريفي | ٢,٠٣ | ٣٧ | ١١١٢٨٣ |
| الحارة | شمال المبرز | ٢,٤٢ | ٣٥ | ١١٤٢٢١ |
| الخدود | الهفوف | ٢,٠٣ | ٣٣ | ١٤٨٤٣٥ |
| حقل | الهفوف | ١,٩٨ | ٣٣ | ١٠٣٦٨٠ |
| الجوهرية | البطالية | ٢,١١ | ٣٣ | ٥٨٧٥٢ |
| برابر | الهفوف | ٢,٠٩ | ٣٣ | ٤٩٢٤٨ |
| نجم | جنوب غرب المبرز | ٢,٠٠ | ٤٢ | ٢٥٩ |

● جدول (٢) أسماء ومواقع وخصائص مياه بعض عيون الإحساء.
(المصدر : عثمان، ١٩٨٣م).

ولقد كانت واحة الاحساء تعاني من تغدق الأراضي الزراعية، وازدياد ملوحتها وذلك بسبب عمليات الري السطحي (Surface Irrigation)، وبسبب قلة نفاذية التربة. مما أدى إلى تقلص المساحة المزروعة وانخفاض إنتاجها. و لمعالجة هذه المشكلة




● شكل (٣) طبقة النيوجين مصدر مياه عيون الاحساء.
(المصدر : وزارة الزراعة والمياه، ١٣٩٩هـ)

قـامت وزارة الزراعـة والمياه عـام ١٩٦١م بالتعـاقد مع بعـض الشركات الاستشـارية لتصميم مشروع الـــري والصرف بهدف تنظيم ري المزارع ، وزيـادة الرقعـة الزراعيـة ، وصرف المياه الزائدة إلى قنـوات صرف بدلاً من بقائهـا راكدة على سطح التربة معـرضة للتبخـر ، ومن ثم إعـادة استخدامهـا مـرة أخـرى ، وقـد انتهـى هـذا المشروع عـــام ١٩٧١م ، ويتم حـالياً الاستفـادة من نحـو ٧٠,٠٠٠ متر مكعب مـن ميـــاه الصرف الزراعي يومياً في أغـراض الري بعد خلطها مع ميـاه الـري ، كما يجري حـاليـاً إمـداد المشروع من مياه العيون التي يجري ضخها بالإضافة إلى وجود آبار مساندة .

## عيون الأفلاج

تقع عيون الأفلاج على بعـد ١٧كم جنوب ليلى (٣٠٠ كم جنوب الريـاض) ، وقد تكونت هـذه العيـون بفعل تحلل وذوبـان صخـور مُتَكوِّن هيت ( Hit Formation ) ـ المؤلفة من الجبس والـلامائيـات ( Anhydrites ) ـ عن طريـق تفاعلها الكيميـائي مع الميـاه الجوفية التي تتخللهـا ، ممـا تسبب في تشكل فجـوات وكهـوف كبيرة الأمـر الـذي أدى إلى انهيـار الصخور التي تعلوها وظهور هذه العيون .

تدل الشواهد الميـدانية المتمثلة في وجود الطفل الجبسي المنتشر حـول عيون الأفـلاج إلى أن المنطقة بكـاملها كـانت تغطيها بحيرة واحـدة طـولها ٣٥كم ، وعرضهـا ٥ كيلـو مترات ، ثم تنـاقصـت مسـاحتهـا بفعل التغيرات المنـاخيـة الســائدة أثنـاء العصر الـرباعي ( قبل ٢ مليـون سنة واللـه أعلم )

ونتج عن ذلـك ظهــور ١٧ عينـاً صغيرة تغطي مساحـة قدرهـا حوالي ٣٨٥,٢٠٠م٢ .

وتشير الآثـــــار الموجودة بتلك المنطقة إلى وجـود حضارة زراعيـة قديمة حول هذه العيون ، حيـــث تنتـــشـــر القنوات الصناعية التي تســمـى بـــالخرز أو الأفـــلاج ( جمع فلج ) بإتجاه المزارع الموجودة في المنطقة منـذ القدم . ويـوضح الجدول (٣) أهم خصـائص الميـاه التي يتم انتـاجهـا من خمسة عيون من عيون الأفلاج .

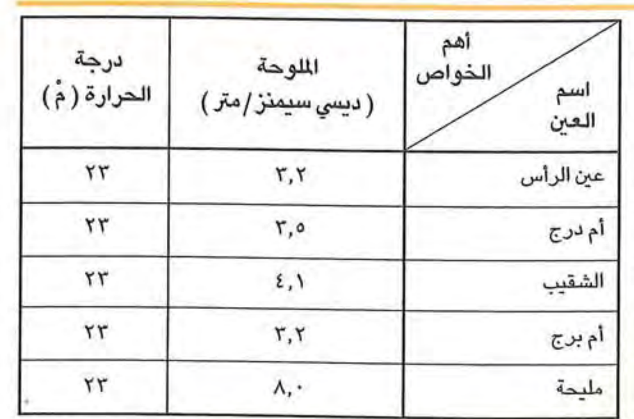
ويشير الجدول الســابـق إلى أن ميـــاه عيـون الأفـلاج تتميز بملـوحتهـا الـزائدة مقـارنة بميـاه عيون الاحسـاء . ورغم ذلك يتم استخـــدامهــــا في ري الأراضي ولكن بطـريقة الـري المحـوري ( النثر ) أو الـري بـــالتنقيـط ، فضـــلاً عن ذلـك فإن أراضي الأفلاج تتميز بنفاذيتها العـالية مما يساهم في غسل الأملاح بعيداً عن جـذور النباتات ، وبـالتـالي لا يحدث بها تغـدقـاً مثل أراضي واحة الإحسـاء .

وقد مرت منطقة عيون الأفلاج بمراحل مختلفة حيث أمر مؤسس هذه البلاد جلالة الملك عبد العـزيز رحمه الله عـام ١٣٦٨هـ بإنشـاء قنـاة ـــ « عـرفت فيما بعـد بإسم ســاقي النشمي » نسبة إلى أمير الأفـلاج في ذلك الوقت ـــ لري مـزارع السيح من عيون الأفـلاج ، وبـدأ الماء في الـوصـول إلى هـذه المزارع عام ١٣٧٢هـ ، واستمر لمدة سنتين . تـلا ذلك قيام وزارة الـزراعـة والمياه عـام ١٣٩٥هـ بدراسـة لتطوير وتنمية الـزراعة في منطقـة الأفلاج ، حيث بدأت الـوزارة في عـام ١٤٠١هـ مشروع إعـادة ري مـزارع السيح بتركيب وحدات ضخ على عين الرأس ( أكبر عيـون الأفلاج ) ، وبطـاقـة إنتاجيـة قدرها ٣٨٨٨٠متر٣/يـوم عبر خط أنابيب طوله ٨كيلـو مترات ، وقطره ٨٠ سم ، وما هي إلا سنوات حتى تـوقف الضخ من هذه العين ، وتم حفـر آبار ضحلـة قـريبة منهـا للحصـول على المياه الـلازمة لـرى الأراضي الزراعية بالمنطقة .

## عيون وادي فاطمة

يقع وادي فاطمـة على بعد ٤٥ كيلو مترا شرق جـدة ، ويمتد بـاتجاه الشمال الشرقي لمسافـة ٢٥٠ كيلو متر في صخـور القاعـدة المركبة ، وتتجمع الميـاه الجوفية في رواسب هـذا الـوادي حيث يمكن الحصـول عليهـا وإستغلالها عـن طريق العيـون أو الآبار أو كليهما معاً .

وتشير الدراسات والمسـوحات التي تم إجـراؤهـا على وادي فـــاطمـة ـــ في فترات مختلفة ـ إلى أنـه في عام ١٣٦٥هـ/١٩٤٥م كانت تـوجـد ٣٥ عيناً تستخدم لري المزارع الـواقعة في الـوادي ، ثم انخفض عدد هـذه العيون ـــ في عام ١٣٨٦هــ/١٩٦٦م ـ إلى ٢٦ عينـاً لا ينتج الماء سوى من سبع منهـا فقط ، ثم انخفـض عـدد العيـــون المنتجـــة بالـوادي مرة أخـرى ليصل إلى أربع عيون فقط ، وفي المقـابل فقـد زاد ـــ بشكل كبير ـ



| اسم العين / أهم الخواص | الملوحة ( ديسي سيمنز/متر ) | درجة الحرارة ( مْ ) |
| --- | --- | --- |
| عين الرأس | ٣,٢ | ٢٣ |
| أم درج | ٣,٥ | ٢٣ |
| الشقيب | ٤,١ | ٢٣ |
| أم برج | ٣,٢ | ٢٣ |
| مليحة | ٨,٠ | ٢٣ |

● جدول (٣) بعض خصائص المياه لمجموعة من عيون الأفلاج ( عام ١٤٠٣هـ ) .
( المصدر :أطلس المياه ، ١٩٨٤م ) .



● بحيرات ليلى ( عيون الأفلاج ) أكبر بحيرات طبيعية في المملكة .

عدد الآبار المحفورة بالوادي للحصول على المياه اللازمة . ويوضح الجدول (٤) خصائص مياه بعض عيون وادي فاطمة التي تستخدم لإمداد مدينة جدة ببعض احتياجاتها من مياه الشرب .

| أهم الخواص / اسم العين | الملوحة (ديسي سيمنز/متر) | درجة حرارة الماء (مْ) | الإنتاج (م٣/يوم) ١٩٦٦م | الإنتاج (م٣/يوم) ١٩٧٨م |
|---|---|---|---|---|
| الجموم | ١,٠٢ | ٣٤ | ٨٠٤ | - |
| الريان | ,٩١ | ٣٢ | ١٩٣٥ | - |
| القشاشية | ,٩١ | ٣٢ | ٣٢٨٣ | ٩٠٠٠ |
| المضيق | ,٩٤ | ٣١ | ٥٠٠٠ | ١٣٠٠٠ |
| سولة | ,٧٥ | ٣٢ | ١٥٥٥ | ٨٠٠٠ |
| الزيمة | ,٦٦ | ٣١ | ١٥١٢ | - |

● جدول (٤) بعض خصائص المياه لمجموعة من عيون وادي فاطمة .
(المصدر : عثمان ، ١٩٨٣م) .

## ● عيون الخليج العربي

تنبع عيون الخليج العربي من الصخور التي تغطيها مياهه ، حيث يتدفق منها الماء في المنطقة الممتدة من الدمام إلى الجبيل ، وتكثر هذه العيون بصفة أساس في نطاق المد ، ويلعب التركيب الجيولوجي دوراً فاعلاً في ظهورها ، حيث تميل الطبقات بصفة عامة في اتجاه الشرق ، بالإضافة إلى الحركات الأرضية التي تحدث بتلك المنطقة وما يصاحبها من تشكل طيات من الصخور الرسوبية تساعد ـ كما ذكرنا سابقاً ـ على إنبثاق بعض العيون .

شكلت عيون الخليج العربي مصدراً هاماً لمياه الشرب بالنسبة لصيادي الأسماك ، وغواصي اللؤلؤ والتجار في هذه المنطقة ، إلا أنه في عام ١٤٠٠هـ أصبحت هذه العيون غير مستغلة بسبب توفير مصادر مياه الشرب العذبة .

وقامت وزارة الزراعة والمياه بحصر الينابيع البحرية بالخليج العربي عام ١٣٩٨هـ حيث أمكن تحديد مواقع أربعة ينابيع تقع بين شمال الجبيل ، وشمال شرق البحرين ، كما أمكن عمل قياسات حقلية لثلاث منها هي عيون غميسة والخالي ومزاحم ، جدول (٥) ، كما قامت الوزارة أيضاً بحصر العيون البحرية بين الساحل الشرقي للمملكة والبحرين عام ١٣٩٩هـ ، وأمكن تحديد عشرين موقعاً أو ينبوعاً يصل إنتاجها الإجمالي إلى حوالي ٥ مليون متر٣/سنة ، حيث يتم إنتاج ٩٢٪ منها من سبعة ينابيع يقع معظمها بين منطقتي المد المرتفع والمد المنخفض . وقد ساعدت الصور الجوية التي يتم التقاطها عن طريق الأقمار الصناعية ( لاندسات ) في تحديد مواقع بعض الينابيع البحرية في منطقة الخليج العربي وفقاً لاختلاف درجات حرارة المياه وكثافتها .

## ● عيون وادي الليث

تنبثق مياه عيون وادي الليث الحارة من أعالي الوادي ، وتصل درجة حرارتها إلى ٧٠ْم ، وتختلط بالمياه السطحية الجارية في الوادي ، ويصل تركيز مجموعة الأملاح الذائبة فيها إلى ٣,٢٦ ديسي سيمنز/متر ، ويتراوح إنتاج هذه العيون بين ١١٢,٣٢م٣/يوم إلى ١٣٨,٢٤م٣/يوم .

| اسم النبع | غميسه | الخالي | مزاحم |
|---|---|---|---|
| بعض الخصائص / الموقع | ٦كلم شمال الجبيل | ميناء الدمام | ٥ كلم جنوب شرق الدمام |
| الإنتاج (متر٣/يوم) | ٥١٨,٤ | ٨٦,٤ـ١٧٢,٨ | ٦٢,٢ |
| درجة حرارة الماء (مْ) | ٣١ | ٣٣,٥ | ٣٢,٩ |
| الملوحة (ديسي سيمنز/متر) | ٦,٦ | ٤,٢٢ | ٤,٧ |
| عمق البحر عند المد المنخفض (متر) | ٢,٥ | ,٣٠ | غير مغطاة |

● جدول (٥) نتائج القياسات الحقلية لثلاثة ينابيع بالخليج العربي .

## ● عيون جازان

تحتوي عيون جازان الحارة على عدة عيون منها العين الحارة بالخوبة ، والعين الحارة بوادي جازان ، والعين الحارة في بلاد بني مالك ، وتتراوح إنتاجية هذه العيون بين ١٦٣م٣/يوم إلى ٣٢٧م٣/يوم ، كما تتراوح درجة حرارتها بين ٥٠ْم إلى ٧٠ْم ، ويوضح الجدول (٦) نتائج تحليل عينة ماء مأخوذة من العين الحارة في بلاد بني مالك ، عام ١٤١١هـ .

| الخاصية | القيمة |
|---|---|
| الرقم الهيدروجيني ( $P^H$ ) | ٧,٣٨ |
| الملوحة (ديسي سيمنز/متر) | ١,٨٢ |
| المكونات الأيونية (جزء / مليون) | |
| الكالسيوم | ١٦٠,٠ |
| المغنسيوم | ٤٠,٠ |
| الصوديوم | ٢٧٤,٠ |
| البوتاسيوم | ١٤,٠ |
| البورون | ٠,٣٠ |
| الكربونات | لايوجد |
| البيكربونات | ٢٢٣ |
| الكلور | ٣٢٠,٠ |
| النترات | لا يوجد |
| الفوسفات | لا يوجد |
| الكبريتات | ٤٤٠,٠ |

● جدول (٦) نتائج تحليل عينة ماء من العين الحارة ببني مالك ، ( عام ١٤١١هـ ) .



# كتب صدرت حديثا

## المدخل إلى علم التشفير ( أو كيف تحافظ على أسرارك )

ألف هـذا الكتاب **الدكتـور / محمد بن إبراهيم السويل** ، مدينة الملك عبـد العزيز للعـلوم والتقنيـة ، وقـامت بنشـره دار الخريجي للنشر والتـوزيع بالـرياض عـام ١٤١٧هـ ـ ١٩٩٦م .

يقع الكتاب في ١٥٦ صفحـة من الحجم المتوسط تحوى بين طيـاتها ثمانية فصول ، ومصطلحات وعمليـات رياضيـة ، وقائمـة بـالمراجع العربيـة والأجنبية ، كما يحتـوى الكتاب في بدايتـه على تقديم **لمعالي الدكتور صـالح بن عبـد الـرحمن العـذل** رئيس مـدينة الملك عبـد العزيـز للعلوم والتقنيـة ، وكذلك مقدمة للمؤلف .

تنـاولـت فصـول الكتـاب بـالترتيب : المدخل ، ونظم تعمـوية قـديمـة وحديثـة ، ومبادىء نظـرية الأعداد ، ونظريـة التعقيد الحسـابي ، ونظـريـة المعلومـات ، ونظم التعميـة المتسلسلة ، ونظـم المفتاح المشـاع للتعمية ، وتطبيقات تعموية .

## ملخصات المشاريع البحثية المدعمة من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

صـدرت الطبعة الأولى مـن هذا الكتـاب عام ١٤١٦هـ / ١٩٩٦م عن **مدينـة الملك عبد العزيـز للعلوم والتقنية** ، الرياض ، ويقع في ١٨٣ صفحـة من الحجم المتـوسط مقسمـة إلى : محتويـات الكتاب ، وتقـديم ، وفهرس الباحثين .

يحتـوى الكتـاب على ١٣٣ ملخص للمشاريـع البحثية المدعمة من المدينـة ( من البرنـامج الأول وحتى البرنـامج الخامس ) مـوزعـة على عـدة مجالات هي العلـوم الهنـدسيـة ، والعلـوم الـزراعيـة ، وعلـوم الأغذية ، والعلوم الطبية ، والبتروكيميائيات والنفط ، والثـروات الطبيعيـة ، ومصـادر الميـاه ، والتلوث وحمايـة البيئة ، والعلـوم الأسـاسية .

ويعـد هـذا الـدليل الجزء الأول من ملخصـات المشـاريع البحثية المقـدمـة من المدينة ـ منـذ نشأتها عام ١٣٩٧هـ وحتى عـام ١٤١٥هـ ـ والتي بـلغ عددهـا ٣٦١ مشروعـاً بحثيـاً موزعـة على خمسـة عشر برنامجا سنوياً ، بـدعم مالي يقدر بأكثر من ٣١٨ مليون ريال ، فضـلاً عن ١٥ مشروعاً وطنيـاً لإيجاد الحلـول المنـاسبـة لبعض المشكلات التـى تواجه خطط التنميـة وذلك بدعم مالي يفوق ٩٩ مليون ريال .

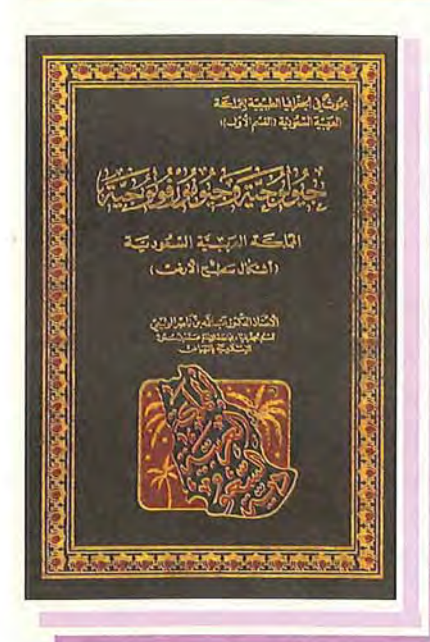


## الجغرافيا الحيوية للمملكة العربية السعودية

قـام بتأليف هـذا الكتـاب / **الأستـاذ الدكتـور عبد الله بن ناصر الوليعي** ، قسم الجغـرافيا ، جامعـة الإمام محمـد بن سعود الإسلامية بالرياض .

صدر الكتاب عام ١٤١٦هـ/ ١٩٩٦م ، ويقع في ٣٤٢ صفحـة من الحجم المتـوسط تحوي بين طيـاتها : محتـويـات الكتـاب ، وفهـرس الجداول والأشكـال ، وتقـديم ، وستة أبـواب ، و ٧٢ صورة ، والعـديد من المراجع العربية والأجنبية .

تتنـاول أبواب الكتـاب ـ من الأول إلى السادس ـ بالترتيب : المناخ ، وموارد المياه ، والتربـة في المملكـة العـربيـة السعـوديـة ، والبيئات الحيوية في المملكة العـربية السعودية ، وأسباب التدهـور البيئي ، وأحوال المراعي في المملكة العربية السعودية .




# جيولوجية وجيومورفولوجية المملكة العربية السعودية ( أشكال سطح الأرض )

عرض : د . محمد حسين سعد

**صدر هذا الكتاب عام ١٤١٦هـ/١٩٩٦م ، وقام بتأليفه الأستاذ الدكتور / عبد الله بن ناصر الوليعي ، قسم الجغرافيا ، جامعة الإمام محمد بن سعود الإسلامية بالرياض .**

**جاء الكتاب في ست وعشرين وخمسمائة صفحة من الحجم المتوسط مقسمة إلى تقديم للمؤلف ، وبابين يحتويان على أربعة عشر فصلاً ، وواحد وأربعين شكلاً توضيحياً ، وخمس وتسعين صورة ملونة لمواقع مختلفة من المملكة ، وفهرس لمحتويات الكتاب والأشكال ، بالإضافة إلى الهوامش ، وقائمة بثمانية وأربعين من المراجع العربية ، وستة وسبعين من المراجع الأجنبية .**

استهل المؤلف كتابه بتقديم أشار فيه إلى الأهداف التي حاول تحقيقها عند إعداد هذا الكتاب منها عرضه بطريقة جديدة تخلو من التقليد ، خاصة فيما يتعلق بتقسيمات أشكال السطح وتضاريس الأرض ، وكتابته بلغة علمية سهلة ، وضبط أسماء المعالم الطوبغرافية والأماكن بالشكل حتى يسهل للقارىء نطقها نطقاً صحيحاً .

جاء **الباب الأول « البنية الجيولوجية »** مشتملاً على أربعة فصول هي الدرع العربي ، والرف العربي ، والتكوينات الجيولوجية ، وإرسابات الزمن الثالث والزمن الرابع السطحية . وقد بدأ المؤلف هذا الباب بتمهيد أشار فيه إلى أن شبه الجزيرة العربية عبارة عن صفيحة قشرية كبيرة ، تتكون من صخور رسوبية قديمة وصخور بركانية ـ مشوهة ومتحولة بسبب الحركات التكتونية التي تعرضت لها الصفيحة ـ بالإضافة إلى اندساسات ضخمة ( حرَّات ) من الصخور الجوفية .

ثم تطرق المؤلف في هذا **التمهيد** إلى التاريخ الجيولوجي لشبه الجزيرة العربية ومدى تأثير الحركات التكتونية عليها ، وما أدت إليه من انفصال الجزيرة العربية عن الدرع النوبي وتكوين أخدود البحر الأحمر ، وإلى تحركها البطيء والمستمر في الاتجاه الشمالي الشرقي مزاحمة بذلك الطرف الغربي للصفيحة الآسيوية . واختتم المؤلف تمهيده بالإشارة إلى تقسيم شبه الجزيرة العربية إلى وحدتين جيولوجيتين كبيرتين هما كتلة متبلورة قديمة تعرف بالدرع العربي ( Arabian Shield ) ، وطبقات رسوبية متنوعة تسمى بالرف العربي ( Arabian Shelf ) .

خُصص **الفصل الأول من الباب الأول** للحديث عن **« الدرع العربي »** مشيراً إلى أنه يقع في الناحية الغربية لشبه الجزيرة العربية ويمتد على طول الناحية الشرقية للبحر الأحمر من خليج العقبة شمالاً إلى بحر العرب جنوباً .

كما أشار المؤلف إلى نوع الصخور التي يتكون منها الدرع العربي ، واختلاف عرضه من مكان لآخر ، وتقسيمه ـ جيولوجيا ـ إلى ثلاثة أجزاء رئيسة هي الدرع الغربي ( وسط نجد ، والحجاز ، وعسير ) ، وهضبة اليمن وعدن ، والدرع العربي الجنوبي ، وبعد ذلك تطرق المؤلف ـ بإسهاب ـ إلى نشأة الدرع العربي ، ومراحل تطوره من قشرة محيطية إلى متوسطة ثم قارية ، ومراحل تطور الدرع العربي ـ النوبي، ومجموعات الصخور المكونة للدرع العربي .

تحدث المؤلف في **الفصل الثاني** عن **« الرف العربي »** موضحاً أنه يشكل حوالي ثلثي مساحة شبه الجزيرة العربية ، ويقع إلى الشرق من الدرع العربي ، ويتكون بصفة أساس من صخور رسوبية قارية ضحلة المياه الجوفية ، تميل ميلاً خفيفاً ناحية الشرق . ثم استعرض المؤلف بعد ذلك الوحدات البنيوية الكبيرة ( الطبقات الداخلية متماثلة الميل ( Interior Homocline ) ، والرصيف الداخلي ( Interior Platform ) ، وعدد من الأحواض ( Troughs ) ) التي يتكون منها الرف العربي ، مشيراً إلى العديد من الأخاديد ، والأحواض التي توجد في منطقة الطبقات الداخلية متماثلة الميل .

انتقل المؤلف بعد ذلك للحديث عن أنواع الصخور السائدة في الرف العربي مشيراً إلى أنها عبارة عن صخور رسوبية فتاتية وكربوناتية تنكشف في وسط شبه الجزيرة في حزام مقوس كبير على امتداد الحافة الشرقية للدرع العربي مكونة حافات ( كويستات Cuestas ) متوازية في اتجاه الميل يغطيها حجر جيري مقاوم للتعرية .

ولأهمية ظاهرة الحافات ، فقد تعرض لها **الفصل الثالث « التكوينات الجيولوجية »**

مشيراً إلى أنها ظاهرة جيومورفولوجية يرجع نشأتها إلى وجود تتابع من طبقات صخرية رسوبية ــ تتفاوت في مقاومتها لعمليات التعرية المائية ــ تميل نحو الشرق والشمال الشرقي بزاوية صغيرة .

ثم تطرق المؤلف إلى الحديث عن التكوينات الجيولوجية في الرف العربي ( من الأقدم إلى الأحدث ) بدءاً من تكوين سَاق ( غرباً ) وانتهاء بتكوين الخَرْج ( شرقا ) ، وقد ناقش المؤلف هذه التكوينات ( ٢٤ تكويناً ) من حيث أساس تسميتها ( نسبة إلى المكان الذي يوجد فيه أفضل منكشف للتكوين ) ، وسمكها ، ونوع صخورها .

تضمن **الفصل الرابع « إرسابات الزمن الثالث والزمن الرابع السطحية »** مشيراً إلى أنها عبارة عن مظاهر إرساب وتعرية سطحية تُغطي مساحات كبيرة من سطح المملكة العربية السعودية ، وتتكون من سهول حصوية ، وقشرات كلسية متصلبة ، وإرسابات طمية وطمور أودية ، وإرسابات السباخ ، ورمال ريحية ، وغطاءات لابة ( حرَّات ) .

كما استعرض المؤلف على صفحات هذا الفصل العديد من الموضوعات الهامة الأخرى مثل أماكن وجود هذه الإرسابات ، وكيفية تشكلها ، وتوزيع المناطق الرملية في شبه الجزيرة العربية ونشأتها ، ومصادر الرمال ، وحركة الرمال ، واتجاهات الانسياق الرملي ، ومقدار الانسياق والزحف الرملي ، وتعريف لبعض الحرَّات الرئيسة بالمملكة .

واختتم المؤلف **الفصل الرابع** بسجل للزلازل والبراكين التي حدثت في شبه الجزيرة العربية من سنة ٢٠هـ / ٦٤٠م إلى سنة ١٤١٦هـ / ١٩٩٥م ، ثم سرد لمائة وستة وثلاثين من الهوامش التي أوردها المؤلف في فصول الباب الأول

احتوى **الباب الثاني « المعالم التضاريسية للمملكة »** على عشرة فصول ، وقد بدأه المؤلف بتمهيد أشار فيه إلى أن السمات الجيومورفولوجية للمملكة العربية السعودية هي محصلة تفاعل معقد لتاريخها التكتوني والمناخي ، وأن الكثير من ملامح سطح المملكة يعد بقايا عمليات جيومورفولوجية ماضية توقف نشاطها .

أفرد المؤلف **الفصل الأول من الباب الثاني** للحديث عن **« البحر الأحمر »** موضحاً أنه مسطح مائي ضيق يفصل شمال شرق أفريقيا عن شبه الجزيرة العربية ، ويمتد لمسافة ٢٠٠٠كم طولاً ، ويتراوح عرضه بين ٣٠كم ( مضيق باب المندب ) إلى ٣٥٠كم ( عند جازان ) ، وتبلغ مساحته الإجمالية حوالي ٤٥٠,٠٠٠كم٢ .

ولأهمية الحديث عن البحر الأحمر فقد انتقى المؤلف عدة موضوعات هامة ـ تتعلق بهذا الأخدود التكتوني ـ لشرحها وتوضيحها منها نشأة البحر الأحمر ، ومتوسط ملوحة مياهه ، والشعاب المرجانية على ساحله الشرقي ، والمدرجات البحرية والنهرية على السهل الساحلي للبحر الأحمر ، ودراسة بعض جزر البحر الأحمر من حيث موقعها ، وتكوينها الجيولوجي ، وتضاريسها ، وأنواعها .

استهل المؤلف **الفصل الثاني « السهل الساحلي للبحر الأحمر »** بالحديث عن سهول تهامة مشيراً إلى أن اسم « تهامة » يطلق على السهل الساحلي على طول البحر الأحمر والتلال السفحية المجاورة له ، ويُكوِّن منطقة انتقالية ضيقة بين رف ( Shelf ) البحر الأحمر غرباً ، وحافة مرتفعات السروات العالية شرقاً ، إلا أن هذه السهول تختفي كلية عند خط عرض ٢٧ْ شمالاً عندما تطل جبال الحجاز مباشرة على ساحل البحر الأحمر .

تلا ذلك تطرُّق المؤلف بشيء من التفصيل للحديث عن عدة موضوعات أخرى هي عرض سهول تهامة ، وارتفاعها عن سطح البحر ، ونشأة السباخ وأنواعها الناتجة عن الظروف المناخية الحارة في السهل الساحلي ، والشروم ( منافذ أو أخوار أو مراسي ) التي توجد على مسافات غير منتظمة على طول شاطىء البحر الأحمر .

انتقل المؤلف بعد ذلك للحديث عن **« الجبال التهامية »** موضحاً أنها تلال وجبال نشأت نتيجة للانكسارات السُلَّمية التي صاحبت حركة انفصال شبه الجزيرة العربية عن أفريقيا . وأشار إلى أن بعض هذه الجبال ذات ارتفاعات شاهقة تماثل ارتفاع مرتفعات السروات الواقعة إلى الشرق منها .

اختتم المؤلف **الفصل الثاني** بالحديث عن أودية تهامة ذاكراً أنها أودية ذات مجار شديدة الانحدار تجري لمسافات قصيرةً حتى تصل إلى البحر الأحمر ، ثم وصف المؤلف عدداً من أودية تهامة مثل وادي جيزان ، وبَيْش ، وعتْوَد ، وَيلَمْلَم .

واستهل المؤلف **الفصل الثالث « المرتفعات الجبلية »** بمقدمة أشار فيها إلى أن المرتفعات الغربية بشبه الجزيرة العربية تعد أهم ظاهرة تضاريسية بها ، حيث إنها تشكل حزاماً جبلياً ــ يتراوح عرضه بين ٤٠كم إلى ١٤٠كم ــ يمتد على طول ساحل البحر الأحمر من ميناء العقبة شمالاً إلى حدود المملكة العربية مع اليمن جنوباً وتنقسم إلى ثلاثة أقسام هي جبال مدين في الشمال ، وجبال الحجاز في الوسط ، وجبال السروات في الجنوب . ويبلغ أقصى ارتفاع لها حوالي ٣٢٥٠ متراً في جبل السودة بالمملكة ، وأعلى قمة فيها جبل النبي شعيب ( ٣٦٢٠ متراً ) في اليمن .

ثم استعرض المؤلف بالتفصيل المرتفعات الجبلية الثلاثة ـ المذكورة أعلاه ـ من حيث موقعها ، وحدودها ، وارتفاعاتها ، وأقسامها ، وأمثلة لأهم جبالها ، والوديان التي تنحدر منها .

خصص المؤلف **الفصل الرابع** للحديث عن **« الهضاب الغربية »** ، وبدأه بتمهيد ألمح فيه إلى أنها تقع إلى الشرق من المرتفعات الغربية ، وتُقسم إلى أربعة أنواع من الهضاب ــ من الجنوب إلى الشمال ـ هي عسير ونجران ، ونجد المتبلورة ، والحجاز ، وحِسْمَى .

ثم ناقش المؤلف هذه الهضاب من حيث موقعها ، ومكوناتها ، ومتوسط ارتفاعها ، وبعض الجبال المرتفعة أو البارزة التى تقطعها ، والمجاري المائية التي تعمل على تصريف مياه الأمطار الساقطة عليها .

كما تناول المؤلف عدداً من التجمعات الرملية الكبيرة والصغيرة في هضبة نجد المتبلورة مثل عروق سُبيْع ، ونفود الُسرة والعُوَيْند وصَبْحَا وذقان والعُريْق وكُتَيْفة والفنيْدة .

بدأ **الفصل الخامس « هضبة نجد الرسوبية »** بتمهيد أوضح فيه المؤلف موقع الهضبة ، ومكوناتها الصخرية ، وعرضها ، ودرجة واتجاه ميلها ، كما أوضح أن هضبة نجد الرسوبية تتمثل بحافات جبلية تواجه الغرب ، ولذلك تسمى هذه المنطقة بمنطقة الحافات أو الكويستات .

ولأهمية الحديث عن هضبة نجد ، أفرد لها المؤلف العديد من صفحات الكتاب لشرح عدة موضوعات هامة هي كيفية تَشَكُّل الحافات بصفة عامة ، ومراحل تشكلها في المملكة العربية السعودية ، والعوامل التي تتحكم في ارتفاع الحافة وشكل قطاعاتها العرضية ، ووصف منطقة الحافات (التكوينات) الجبلية وأوديتها ، ومناطق الرمال العديدة الواقعة بينها .

تناول المؤلف في **الفصل السادس « بحار الرمال »** مستهلاً حديثه بأن الصحاري الرملية تُغطي ما يقارب من ثلث مساحة شبه الجزيرة العربية ، أي ما يعادل حوالي ٧٨٠,٠٠٠ كم٢ ، كما أضاف المؤلف أن ٩٠٪ من هذه الرمال يقع في ثلاثة أماكن رئيسة هي صحراء النفود الكبير ، والدهناء ، وصحراء الربع الخالي ورمال الجافورة .

وأكمل المؤلف حديثه عن بحار الرمال بشرح مفصل عنها موضحاً موقعها ، وامتداداتها ، وارتفاعاتها ومساحاتها ، وأنواع وأشكال وخصائص الكثبان الرملية التي تُشكِّلها رمال هذه البحار .

وبدأ **الفصل السابع « الهضاب الشمالية »** بمقدمة أشار فيها المؤلف إلى أن هذه الهضاب عبارة عن صحراء ضخمة من السهول الحصوية والصخرية يبلغ ارتفاعها حوالي ٨٠٠ متر ، وتنقسم إلى أربعة أقسام ذات أسماء محددة ( حرة الحرَّة ، وهضبة الحَمَاد ، هضبة الوديان ، هضبة الحجَرَة ) إلا أن الحدود بينها غير واضحة وذلك لتشابه السطح ونوع الصخور المكونة لها .

ثم انتقل المؤلف بعد ذلك إلى شرح تفصيلي عن هضبتي الحماد والحَجَرة من حيث موقعهما ، وارتفاعهما عن سطح البحر ، ونوع وعمر صخورهما ، كما ذكر بنوع من الإيضاح أهم الأودية التي تقطع هضبة الحَجَرة .

استهل المؤلف **الفصل الثامن « هضبة الصُّمَّان »** بتمهيد أوجز فيه أنها هضبة صخرية مستطيلة الشكل ذات سطح مستو تقع بين السهل الساحلي على الخليج العربي شرقا ونطاق رمال الدهناء غرباً، ويتراوح عرضها بين ٨٠ كم إلى ٢٥٠كم ، كما يتراوح ارتفاعها بين ٤٠٠ متر في الغرب إلى ٢٥٠متراً عند حافتها الشرقية .

ثم تطرق المؤلف بعد ذلك للحديث عن التركيب الصخري للهضبة ، وعمر صخورها ، وحدودها ، وامتدادها ، والأسماء المحلية التي تشتهر بها ، وأهم تلالها ، وأهم ما تشتهر به مثل حقل الغَوَّار ، والدُّحُول ، والمنخفضات ذات الأحجام المختلفة والأنواع المتعددة ( القيعان والخباري والفياض ) .

واختتم المؤلف **الفصل الثامن** بمعالجة واستعراض ثلاثة موضوعات ذات علاقة بهضبة الصُّمَّان ـ وما يليها شرقا ـ هي مجموعة السهول الحصوية ، وظاهرة الدُّحُول ، وهضبة شَدْقَم .

وتناول **الفصل التاسع « السهول الشرقية »** واستعرضها المؤلف في قسمين هما سهول الإحساء ، والسهل الساحلي وما يحويه من مصاطب بحرية وشواطىء مرتفعة وسباخ . وأشار المؤلف إلى أن واحة الإحساء تقع على بعد حوالي ٧٠كم من ساحل الخليج العربي عند ميناء العُقَيْر ، ويتراوح ارتفاعها بين ١٣٠متراً إلى ١٦٠متراً فوق مستوى سطح البحر ، وتتكون من طبقات ما يوسينية وبلايوسينية .

أما بالنسبة للسهل الساحلي فقد أورد المؤلف أنه سهل منبسط على شكل حزام يتراوح عرضه بين ٥٠كم إلى ١٠٠كم بين هضبة الصمان من الغرب وشاطىء الخليج العربي من الشرق ، وينحصر امتداده في المملكة بين أم قُصبَة شمال الخَفْجي ودُوْحة دُوَيْهن جنوب خور العُدَيْد .

ثم أكمل المؤلف حديثه عن السهل الساحلي متناولاً التكوينات الجيولوجية التي تحتوي عليها الصخور السطحية لهذا السهل ، وما يتميز به من محاور الطيات المحدبة التي يوجد في بعضها ثروة المملكة من النفط مثل حقول الغوَّار وبقيق والقطيف .

وأنهى المؤلف استعراضه للفصل التاسع بشرح مفصل للمصاطب البحرية والشواطىء المرتفعة والسباخ الموجودة على امتداد الساحل الغربي للخليج العربي .

ثم جاء **الفصل العاشر** والأخير تحت عنوان **« الخليج العربي والآثار الجيومورفولوجية لطغيان مياهه »** وبدأه المؤلف بمقدمة أشار فيها إلى أن الخليج العربي عبارة عن حوض تكتوني ضحل وشبه مغلق تحده بيئة جافة من كل جوانبه ، ويبلغ طوله حوالي ١٠٠٠كم ، ويتراوح عرضه بين ٢٠٠ كم إلى ٣٠٠كم ، ومتوسط عمقه ٣٥ مترا ( يصل في بعض الأحواض الواقعة في الشمال الشرقي إلى ١٠٠متر ) ، وإجمالي مساحته حوالي ٢٢٦,٠٠٠كم٢ .

تطرق المؤلف بعد ذلك إلى كيفية تَشَكُّل الخليج العربي مشيراً إلى أنه تكون بسبب انفصال شبه الجزيرة العربية عن القارة الأفريقية واندساس الجزء الشرقي للصفيحة العربية تحت الصفيحة الإيرانية في منطقة غرب جبال زاكروس . ثم تعرض المؤلف لعدة موضوعات أخرى تتعلق بالخليج العربي منها معدلات ملوحة مياهه في مواقع مختلفة ، والأثر الجيومورفولوجي لطغيان مياهه وانحسارها ، ثم التعريف ببعض جزره من حيث موقعها ، وطولها ، وعرضها ، ومحيطها ، وأشهر النباتات التي تنمو بها .

وأنهى المؤلف **الباب الثاني** بسرد لمائة وخمسين من الهوامش التي ذكرها على صفحات فصول هذا الباب .

من خلال استعراض محتويات هذا الكتاب يتضح مدى الجهد الكبير الذي بذله المؤلف في جمع وإعداد وعرض محتوياته ، ومحاولته الناجحة في تغطية وتوضيح جميع فصوله بأسلوب منهجي مترابط ومبسط ، فضلا عن الكم الكبير من الأشكال والصور الملونة التوضيحية لأماكن عديدة من المملكة ، مما ساعد على أن يكون هذا الكتاب مرجعاً جيداً للعاملين في عدة مجالات مثل الجيولوجيا والجغرافيا والبيئة ، ومصدراً مبسطاً لمعرفة علمية جيدة لغير المتخصصين . كما أنه يعد إضافة جيدة للمكتبة العربية التي تفتقر لمثل هذا النوع من الكتب .



# من أجل فلذات أكبادنا

# كثافة الماء والزيت

*فلذات أكبادنا الأعزاء*

*لاشك أن الكثير منكم يعلم أن كثافة السوائل تختلف حسب صفاتها الكيميائية والفيزيائية ، وأن كثافتها تزيد بانخفاض درجة الحرارة باستثناء الماء الذي تنخفض كثافته عند درجة حرارة أقل من ٤ْ م . ولمعرفة ذلك دعنا نجري معك هذه التجربة البسيطة .*

## أدوات التجربة :

١ ـ زيت طعام .

٢ ـ مـاء .

٣ ـ دورقان مدرجان ( Graduated Beakers ) لقياس حجم السوائل .

٤ ـ ميزان .

٥ ـ ثلاجة .

## خطوات التجربة :

١ ـ أوجد كتلة كل دورق على حدة باستخدام الميزان .

٢ ـ اسكب كمية من الزيت في أحد الدورقين حتى يبلغ حجمه ١٠٠ مليلتر.

٣ ـ اسكب كمية من الماء في الدورق الآخر حتى يبلغ حجمه ١٠٠ مليلتر .

● بعض أدوات التجربة .

٤ ـ أوجد كتلة كل من الزيت والماء الموجودين بالدورقين باستخدام الميزان .

٥ ـ احسب كثافة الزيت والماء حسب المعادلة الآتية :

$$\text{الكثافة} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}}$$

٦ـ ضع الدورقين المدرجين ، وفيهما الزيت والماء في المثلاج بالثلاجة لمدة خمس ساعات تقريباً .

٧ ـ سجل حجم كل من الزيت المتجمد والماء المتجمد ( الثلج ) ، واحسب بذلك كثافة كل منهما على اعتبار أن كتلتيهما ثابتتان وذلك حسب المعادلة السابقة .

٨ ـ سجل الاختلاف في كثافة وحجم كل من الزيت المتجمد والثلج .

٩ ـ على ضوء نتائج التجربة أعلاه أجب على الأسئلة الآتية :

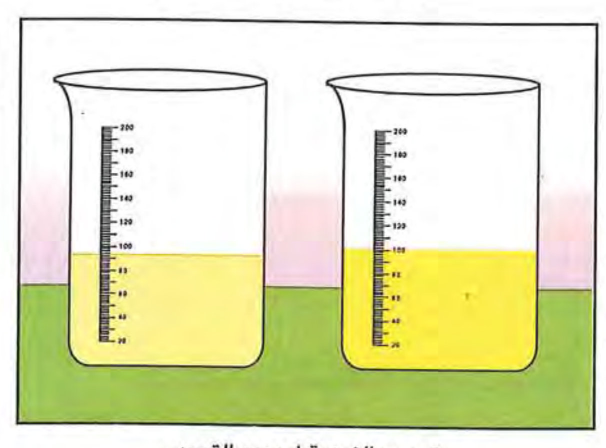
(أ) ماذا يحدث لو وضعت قارورة زجاجية مليئة بالعصير في المثلاج لمدة أكثر من خمس ساعات ؟

(ب) ماذا تتوقع أن يحدث عند سيلان الماء بين الصخور وتجمده أثناء فصل الشتاء في المناطق الباردة ؟

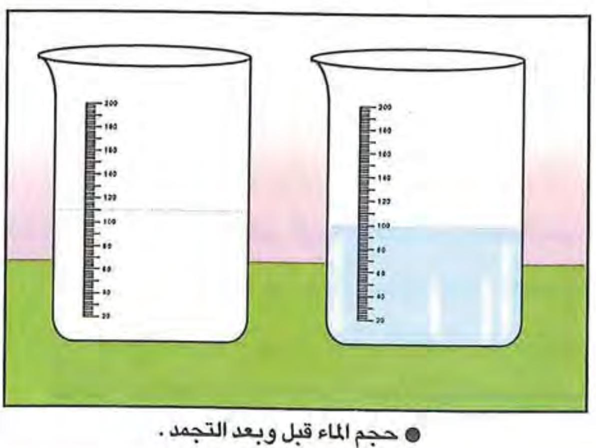
(جـ) ماهي الفائدة لظاهرة طفو الجليد فوق الماء للحيوانات القطبية ؟

## الملاحظة :

يمكن إرسال الإجابة على الأسئلة المذكورة وسيتم نشرها في العدد القادم إن شاء الله إن كانت صحيحة .



● حجم الزيت قبل وبعد التجمد .



● حجم الماء قبل وبعد التجمد .



# مساحة للتفكير

## مسابقة العدد

### «رجال القبيلة»

دخل رجل مسافر إلى قرية صغيرة يوجد بها قبيلتان ، ينتمي لكل قبيلة عدد من الرجال والنساء ، إحدى القبيلتين تقول الصدق دائماً ، والأخرى لاتصدُق على الإطلاق .

عند مدخل القرية قابل الرجل المسافر ثلاثة رجال فسلم عليهم جميعاً ثم سأل الأول منهم « من أي قبيلة أنت ؟ » فأجاب الرجل بلغة لايفهمها الرجل المسافر . ثم سأل الثاني منهم « ماذا قال صاحبك ؟» فأجابه « يقول إنه من القبيلة التي لاتصدق في قولها » ، تدخل الثالث منهم وقال بصوت عالٍ أيها الرجل المسافر « لاتصدق صاحبي ( الثاني منهم ) فإنه كذب عليك » .

**السؤال : إلى أي من القبيلتين ينتمي الرجل الثاني والثالث ؟**

## أعزاءنا القراء

إذا استطعتم معرفة الإجابة على مسابقة « رجال القبيلة » فأرسلوا إجاباتكم على عنوان المجلة مع التقيد بما يأتي : ـ

١ـ ترفق طريقة الحل مع الإجابة .

٢ـ تكتب الإجابة وطريقة الحل بشكل واضح ومقروء .

٣ـ يوضع عنوان المرسل كاملاً .

٤ـ آخر موعد لتسلم الحل هو ٢٠ / ٩ / ١٤١٧هـ .

سوف يتم السحب على الإجابات الصحيحة التي تحتوي على طريقة الحل ، وسيمنح ثلاثة من أصحاب الإجابة الصحيحة جوائز قيمة ، كما سيتم نشر أسمائهم مع الحل في العدد المقبل إن شاء الله .

# حل مسابقة العدد الثامن والثلاثين

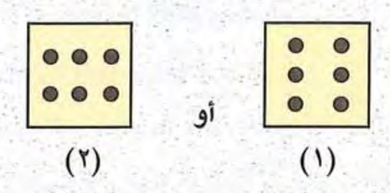
## « المكعبات »

لايضير على أي وجه يستقر المكعب فإن النقطة والأربع نقاط والخمس نقاط لها الوضع نفسه في المكعب . أما وضع النقطتين والثلاث نقاط والست نقاط فإن وضعها يكون حسب الاحتمالات التالية :ـ

(أ) في حالة النقطتين الاحتمالين التاليين :ـ (ب) في حالة الثلاث نقاط الاحتمالين التاليين :ـ




(جـ) في حالةالست نقاط الاحتمالين التاليين :




ولكون مجموع النقاط في كل وجهين متقابلين في كل واحد من المكعبات الثلاثة هو سبع نقاط ، فيمكن توقع التالي:ـ

* إذا كان المكعب (ب) مشابهاً للمكعب (جـ) ، فإن النقطتين على المكعب (ب) ستكونان في وضع معاكس لما هو في الرسم . لذلك فإن المكعب (جـ) والمكعب (ب) غير متشابهين .
* إذا كان المكعب (أ) مشابهاً للمكعب (جـ) ، فإن ثلاث النقاط على المكعب (أ) ستكون في وضع معاكس لما هو في الرسم . لذلك فالمكعب (جـ) والمكعب (أ) غير متشابهين .
* إذا كان المكعب (أ) مشابهاً للمكعب (ب) ، فإن ست النقاط على المكعب (أ) ستكون في وضع مشابه لما هو في الرسم .

وبما أنه في المعطيات ذكر أن اثنين من المكعبات المذكورة متشابهان في وضع النقاط على أوجه كل منهما .
فإنه من المؤكد أن المكعب (ب) والمكعب (أ) متشابهان وبالتالي فإن المكعب المختلف (ج) .

## الفائزون في مسابقة العدد الثامن و الثلاثين

تلقت المجلة العديد من الرسائل التي تحمل حل مسابقة العدد الثامن والثلاثين « المكعبات » ، وقد تم استبعاد جميع الحلول التي لم تستوف شروط المسابقة وكذلك الرسائل التي وصلت متأخرة عن الموعد المحدد . وبعد فرز الحلول وإجراء القرعة على الحلول الصحيحة فاز **فريد جابر فخر الدين أحمد ـ القطيف .**

ويسعدنا أن نقدم للفائز هدية قيمة ، سيتم إرسالها له على عنوانه ، كما نتمنى لمن لم يحالفهم الحظ ، حظاً وافراً في مسابقات الأعداد المقبلة.

كيف تعمل الأشياء



# أجهزة الليزر

## ١ ـ أقراص الليزر الصوتية

إعداد : د . عطية بن علي الغامدي

***تأتي كلمة ليـــزر ( LASER ) اختصـاراً للتعبير الإنجليـــزي ( Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation - LASER ) والـذي يعنـي « تضخيم الضوء بالإنبعاث الحثي للاشعاع » . وتشبه أشعة الليزر من حيث مضمـونها الأشعـة المنبعثـة من أي مصبـاح عـادي ، إلا أنها تمتلك قـدرة فـائقـة تفـوق الأخيرة بمئات الملايين من المرات .***

ويتم في أشعـة الليزر تحويل أنـواع شتى من الطاقـة إلى طاقة ضوئية شـديدة تنبعث في اتجاه واحد على شكـل شعاع ينبعث في حـزمة واحـدة ضيقة يقطع مسـافات بعيـدة دون أن يتفـرق بشكل ملحـوظ . وذلك على العكـس من الأشـعة الضـوئية العـادية ذات الألـوان المتعـددة ( الضوء الأبيض ) التـي تتفرق لـو قطعت تلك المسافة البعيدة نفسها ، شكل (١) .

عليـه يمكن تسليط أشعة الليـزر لتصل إلى أهـداف بعيـدة جداً كـالقمـر أو الأقمار الصناعية دون أن تتفـرق ، كما هو الحال في نوعيـة الشعاع الليزري المستخدم بمـرصد الليزر السعـودي بالقرية الشمسيـة التابع لمدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية .

ظهـرت نظريـة الليـزر لأول مرة عـام ١٩٥٨م بـوسـاطــة العـالمين الأمـريكيين تشـارلـز تـاونس ( Charles Townes ) من جامعـة كـولومبيا الأمريكيـة وآرثر شوالو ( Arther Shawlow ) من شركة بل الأمريكية للتليفونـات . أما أول ليزر ظهر إلى الـوجود فكـان عـام ١٩٦٠م عنـدمـا أنتج العـالم ثيودور ميمان ( Theodore . Maiman ) أول جهـاز ليـزر أثنـاء عملـه في شركـة هيـوز للمعدات الجوية ، حيـث إستخدم في الجهاز الـذي أنتجه قضيب يـاقـوت مطعم بعنصر الكـروم . ويـوضـح شكل (٢) كيفيـة عمل جهــاز الليـزر المذكـــور ، حيث وضعت في نهايتى القضيب الياقوتي مرآتان من النوع متعدد طبقات الصقل وظيفتهما إعادة عكس الضوء الليـزري المتحرر مـن الياقـوت إليه مـرة أخـرى . تسمى المنطقـة بين المرآتين بالتجويف الضوئي الرنان ، وذلك راجع إلى حدوث انعكاسات متكـررة للضوء الليزري المار من خـــلال المرآتين الموضـــوعتين في نهايتي القضيب ، ممـــا يسبب زيـــادة في طـاقتها الضـوئيـة وبـالتالي تجمـع طاقـة الضوء الصـادر وتوازيها في اتجاه واحـد . ويشترط أن تكـون إحدى المرآتين عـاكسـة للضـوء بنسبـة ١٠٠٪ بينما تكـون نسبـة الانعكاس للأخرى ٩٥٪ لتسمح بعبور ٥٪ من الأشعة السـاقطة عليها ، وهـو الشعاع الليزري الناتج .

يمتـاز هـذا الضـوء الليـزري بـاللـون الأحمر ويتميز بـالترابط وبأحـادية الاتجاه والاستقامة ـ حتى لو سـار لمسافة طويلة ـ دون أن يتفرق .

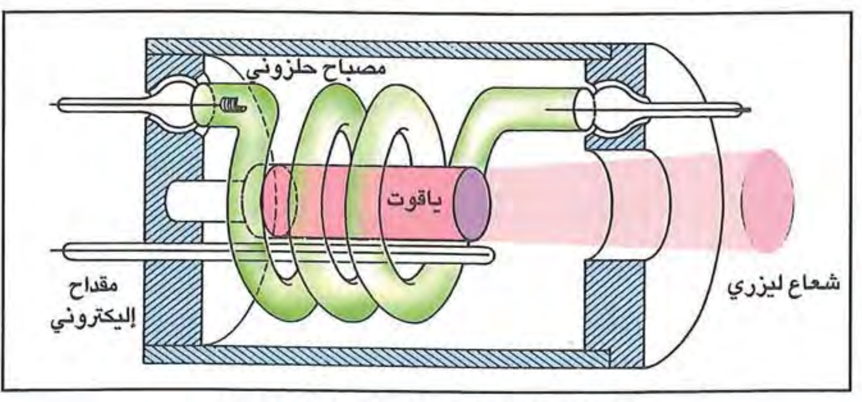
أشعة مشتتة ذات أطوال موجية مختلفة

مصباح

جهاز ليزر

شعاع ليزر ذولون واحد ومترابط

● الإختلاف بين أشعة الليزر وأشعة المصباح العادية.




● جهاز ميمان الياقوتي لاشعة الليزر ( ١٩٦٠ م )



● ليزر ترانزستوري بحجم ذرة ملح الطعام (أصغر من ثقب الإبرة)

ومما يجدر ذكره أن صور أجهزة الليزر تتعدد تبعاً للمادة المستخدمة لتوليد ضوء الليزر، فيوجد منها أجهزة الليزر ذات الحالة الصلبة — مثل قضيب الياقوت — وأجهزة الليزر الغازية والسائلة وأجهزة الليزر المصنوعة من أشباه الموصلات ( Semi Conductors ) الرقيقة، وسيتناول هذا المقال شرحاً لطريقة عمل اسطوانات الليزر الصوتية.

## ● اسطوانات الليزر الصوتية

خلافاً لما هو معلوم وشائع في صناعة الاسطوانات التقليدية عن طريق الحفر بالأثلام هناك أجهزة ليزر حلت محل إبرة الفونوغراف (الحاكي) وتعمل عملها. وتتميز أجهزة الليزر هذه بأن لديها القدرة لزيادة فترات البرامج المسجلة على هذه الاسطوانات، بالإضافة إلى إمكان إنتاج اسطوانات جديدة يسجل عليها الصوت والصورة في آن واحد. وتسمى هذه الاسطوانات « بالاسطوانات أو الأقراص الليزرية ».

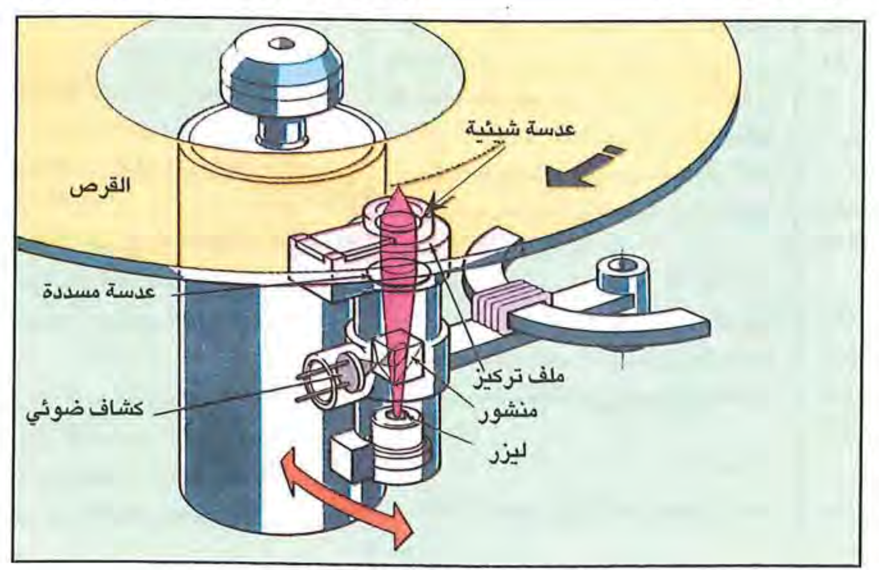
وتمتاز هذه الأقراص بأنها — على العكس من الأقراص المغنطة — تمتلك مساحات تخزين كافية للتطبيق المتضمن للأصوات المرقمة أو الفيديو التي تحتاج إلى كمية كبيرة من مساحات التخزين في الأقراص حيث تصل في حالة الأقراص الليزرية ٦٠٠ ميغابايت ( 600 MB )، ويستخدم في تقنيتها أشباه الموصلات وتعرف باسم « أقراص الليزر الترانزستوري » التي لا يتجاوز حجمها حجم ذرة ملح الطعام، وهي عبارة عن أقراص ليزرية صوتية ( CD audio ) تسجل عليها الأصوات على هيئة رقمية مثلما هو مألوف لدى الناس في المسجلات المنزلية، حيث إن الأصوات — مثل تلاوة القرآن — تخزن على شكل أصوات رقمية على أقراص الليزر وتتصل الأقراص بحاسب متعدد الوسائط ( Mutimedia P.C ) بوساطة محرك أقراص الليزر ( CD Rom Drive ) الموصل بمكبرات الصوت. وعند اعطاء أمر الحركة من الحاسب إلى محرك أقراص الليزر فإن صوت التلاوة المعبأة في القرص الليزري يستخرج ويرسل إلى مكبرات الصوت للاستنطاق على شكل نبضات إلكترونية.

يصنع سطح الاسطوانة الليزرية من معدن الألمنيوم الذي يتميز بانعكاسية عالية، ويُغطى السطح المعدني بطبقة واقية مصنوعة من البلاستيك الشفاف تعمل على حماية القرص من الخدش والأوساخ والغبار. وتوجد في السطح المعدني العاكس فجوات مجهرية متناهية الصغر تسمى « حفيرات »، و تسمى المناطق التي بين الفجوات « بالمسطحات الملساء ». تتكون الحفيرات والمسطحات الملساء بفعل أشعة الليزر المحكومة بالإشارات الكهربائية المضبوطة المسجلة بمكبرات الصوت، وبهذه الطريقة يتم تسجيل اسطوانة واحدة ومنها يطبع العديد من النسخ.

## ● عمل محرك الاسطوانة الليزرية

تأتي المعلومات المسجلة على قرص الليزر، شكل (٤)، في هيئة مسار من الحفيرات المجهرية - المسافة بينها أقل من ميكروميتر - على طبقة الألمنيوم العاكسة، وتحدد ماهية وطبيعة هذه المعلومات بالمسافات البينية لهذه الحفيرات. وعند التشغيل تسلط على القرص أشعة حمراء ليزرية ( غير مرئية ) مركزة ومنبعثة من جهاز « ليزر الترانزستور » حيث يخترق الشعاع الليزري منشوراً مكعباً لِيَعْبُرَ من خلال عدسة تجعله يسير متوازِياً ومستقيماً، ومنها يوجه إلى عدسة شيئية تعمل على تركيزه ليصل إلى الاسطوانة الليزرية - تبعد عن العدسة الشيئية بحوالي مليمتر واحد - بقطر بؤري حوالي ميكرومتر واحد.

وفي أثناء دوران الشعاع الليزري فان الجزء الذي يسقط على الحفيرات يتناثر ولا يرتد مرة أخرى، أما الجزء الذي يسقط على المسطحات الملساء فإنه يرتد منعكساً إلى المنشور الذي بدوره يعكسه من خلال سطحه الداخلي إلى المستشعر الضوئي ( Photo detector ) يتم تحويل الضوء إلى إشارة الكترونية يترجمها المسجل ويعيدها إلى أصوات مسموعة. وتتم عملية الترجمة بفك رموز الإشارة الالكترونية الرقمية المكونة من وحدات تشغيل بواسطة مجموعة متسلسلة من الدوائر الميكروية ثم تُغذى إلى دائرة الكترونية تحولها من الشكل الرقمي إلى إشارة قياسية مناسبة لأي مكبر صوتي.




● مكونات محرك الاسطوانة الليزرية.

# مصطلحات علمية (*)

● **رواسب غرينية** **Alluvial Deposits**

مواد غرينية أو طميية تترسب بفعل حركة جريان المياه عند ارتدادها في الأنهار والمجاري المائية، وتُفيد في تحسين التربة الزراعية وزيادة خصوبتها.

● **جلمود** **Boulder**

صخرة كبيرة انفصلت ثم انحتت وتكورت بفعل الماء أو الريح.

● **تجوية كيميائية**
**Chemical Weathering**

عملية تجوية تتحول بها الصخور والمعادن إلى تركيبات كيميائية جديدة ثابتة نوعا ما وذلك عن طريق تفاعلات كيميائية مثل الحلمهة ( Hydrolysis ) والأكسدة والذوبان.

● **رواسب دلتاوية** **Deltaic Deposits**

رواسب تتكون في مناطق دلتات الأنهار، وتمتاز بوجود ثلاث مجموعات من الطبقات هي طبقات القمة والواجهة والقاع.

● **طرح** **Drift**

تجمع كومة من المواد مثل الجلاميد والحصباء والرمل والطين انتقلت بفعل المثالج. ويسمى الطرح الذي يترسب بذوبان الجليد الحريث الجليدي ( Till ).

● **سنام جليدية بيضاوية** **Drumlines**

تلال إنسابية طويلة ومتوازية نشأت بفعل الجليديات، وهي عديمة التماثل يتراوح ارتفاعها بين ١٥م إلى ٦٠م، وقد تصل أطوالها إلى كيلو متر واحد.

● **ضَّال** **Erratic**

مجروفات صخرية ـ ناشئة ومنقولة بفعل الجليديات ـ غريبة في شكلها وحجمها عن الصخور المحيطة بها.

● **كثبان ركامية جليدية** **Eskers**

حواجز أو عروق طويلة متعرجة ممتدة إلى أكثر من ٦٠كم، وناتجة عن ذوبان الجليديات، وتتألف من طبقات من الحصى تعلوها قمة من الرمال والطمي.

● **رواسب مصب النهر**
**Estuarine Deposits**

صخور رسوبية تترسب عند أفواه الأنهار حيث تكون بيئة الترسيب خليطاً بين ماء البحر وماء النهر.

● **ترسبات جليدية نهرية**
**Fluvioglacial Deposits**

ترسبات طبقية نتجت عن تحات المجالد وتغير شكلها بسبب المياه الذائبة، وهي من مكونات الانجرافات الجليدية.

● **مرحلة ثلجية** **Glacial Stage**

مرحلة من العصر الجليدي تتميز بشواهد جيولوجية تدل على سابق وجود سطح جليدي قاري كبير واستمراره.

● **حزوز جلدية** **Glacial Grooves**

شقوق كبيرة تخلفها المثالج المتحركة وتنشأ عن تآكل الأرض بفعل خليط الجليد والصخور..

● **مثلجة** **Glacier**

كتلة هائلة من الجليد المتحرك توجد على صورتين: في المثالج الجبلية حيث تتحرك في اتجاه واحد، وفي المثالج القارية أو الغلاف الجليدي حيث تنتشر الكتلة من مركزها في أكثر من اتجاه.

● **دورة هيدرولوجية** **Humus Cycle**

تغيرات طبيعية متتالية يمر بها الماء بفعل التبخر ثم الترسب على شكل مطر أو ثلج فوق اليابسة أو المحيط، أو التخلل إلى باطن الأرض أو يصبح مياه جارية.

● **جبل جليدي** **Iceberg**

كتلة كبيرة من الجليد تطفو على سطح المحيط وكثيراً ما تكون على شكل كتل ضخمة من الجليد انفصلت عن مثلجة وسقطت في البحر.

● **صفيحة جليدية** **Ice Sheet**

مثلجة أو غطاء غليظ نسبياً من الجليد على الأرض اليابسة. وتسمى قلنسوة جليدية عندما تكون فوق مساحة محدودة.

● **كارست** **Karst**

منطقة أحجار جيرية ذات مجاري مياه جوفيّة.

● **دارات ركامية** **Kehles**

حفر أو منخفضات تنشأ عن ذوبان كتل جليدية كبيرة مدفونة جزئياً أو كلياً داخل الرسوبيات الجليدية، يتراوح عمقها بين ١٠سم إلى ٥٠متراً ولا يزيد قطرها عن ٢كم.

● **رواسب شاطئية** **Littoral Deposits**

رواسب بحرية من الرمل والحصى والأصداف تتجمع وتترسب في المناطق الشاطئية بين منسوب المد والجزر.

● **لوس** **Loess**

راسب من مادة ناعمة غير متماسكة أغلبها من الغرين المشوب ببعض الطين وحبيبات الرمل لونها في العادة بني تخالطه صفرة.

● **ركام جليدي** **Moraine**

مخلفات صخرية يتركها نهر جليدي عند انحساره أو ذوبانه.

● **سهل الغسل** **Outwash Fan**

سهل حصوي رملي رسبته مجاري المياه الذائبة من الركامات الجليدية.

● **ينابيع البرك** **Pool springs**

ينابيع مصادرها البرك العميقة ويرتبط نشوء معظمها بالصدوع.

● **صخور متجعدة**
**Sheepback Rocks**

حدبات صخرية مصقولة تتخذ شكل ظهور الأغنام وتكثر في الأصقاع الجليدية.

● **انخساف** **Sink Hole**

حفرة أو منخفض في الأرض ينشأ بإذابة الماء للصخور القابلة للذوبان كالحجر الجيري والجص.

● **ينابيع حارة** **Thermal Springs**

عيون تتدفق منها مياه ذات حرارة مرتفعة بفعل العوامل الطبيعية، كالنشاط الصهاري أو التحلل الإشعاعي.

● **تجْوية** **Weathering**

مجموعة التغيرات الفيزيائية والكيميائية والحيوية التي تتعرض لها الصخور بفعل العوامل الجوية المختلفة مما يؤدي إلى تفتتها وتحللها وتحولها في النهاية إلى تربة.

---

(*) المصدر: البنك الآلي السعودي للمصطلحات (باسم) مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

بحوث علمية

# دراسة جيوكيميائية وتقويم لقرار الذهب جنوب المملكة العربية السعودية

***يعد الذهب أكثر المعادن الاقتصادية الثمينة انتشاراً بالمملكة العربية السعودية ، وقد حظي هذا المعدن بدراسات مستفيضة من قبَل المختصين في جميع النواحي الجيولوجية المتعلقة به . وقد رصدت وكالة الوزارة للثروة المعدنية والهيئات الجيولوجية الأخرى العاملة بالمملكة حوالي ١٠٠٠ موقع لتمعدن الذهب . ومشاركة من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية في دعم المشروعات البحثية التي تسهم في اكتشاف واستغلال الخامات المعدنية العديدة قامت بتمويل مشروع بحثي تحت عنوان « دراسة جيوكيميائية وتقويم لقرار الذهب جنوب المملكة العربية السعودية » .***

وقد تم إجراء هذا البحث في كلية علوم الأرض بجامعة الملك عبد العزيز بجدة في الفترة من ١٤٠٣هـ إلى ١٤٠٥هـ ، وكان الباحث الرئيس للمشروع **الدكتور أحمد ناصر باسهل** .

## ● أهداف البحث

يهدف البحث إلى دراسة جيوكيمياء المعادن الثقيلة في رواسب الوديان والتربة وركام الصخور على امتداد قطاعات متقاطعة مع الوديان الحاملة للذهب ، أو ممتدة بالقرب منها في بعض أماكن وجود قرارات الذهب بجنوب المملكة ، وذلك بغرض تحديد كل من الخصائص الجيوكيميائية لرواسب قرارات الذهب المعروفة ، وتحديد قمة وقاع الأجسام الصخرية الحاملة لخام الذهب ، ومن ثم تقويم هذه الرواسب باستخدام الطرق الجيوكيميائية والطباقية (Stratigraphically) ، وإيجاد الطريقة المثلى للتنقيب عن رواسب معدن الذهب في الجزء الجنوبي للدرع العربي بالمملكة .

## ● خطوات البحث

قام فريق البحث باستكمال متطلبات المشروع وذلك من خلال إجراء عدة زيارات حقلية ودراسات معملية يمكن توضيحها على النحو التالي :

١ـ اختيار ٢٨ موقعاً تنقيبياً من منطقة حزام تثليث ووادي بيدا بجنوب الدرع العربي لدراسة رواسب الوديان من المعادن الثقيلة .

٢ـ جمع حوالي ٢٠٠ عينة من المعادن الثقيلة، و ٢٥٠ عينة من التربة .

٣ـ دراسة الوصف البتروجرافي للعينات .

٤ـ تحليل ٢٠ عنصراً من المعادن الثقيلة والتربة .

٥ـ قياس تركيز الزئبق في التربة .

٦ـ استخدام عدة طرق بحثية مختلفة مثل الاستكشاف الجيوكيميائي ، والتحليل بطيفي الانبعاث ، والتحليل بطريقة الامتصاص الذري ، والتحليل بالحرق ، والتحليل بالميكروبروب ، والتحليل الزئبقي ، وطرق استخلاص الفضة على البارد ، وكذلك التحليل بوساطة المنخل الخشبي الذي أمكن بوساطته اكتشاف أجزاء من الذهب ذات حجم أقل من ٠,٠٣ ملم ، مما ساعد على إمكانية اكتشاف أي آثار لتمعدن الذهب .

## ● نتائج البحث

تمثلت أهم نتائج البحث فيما يلي :-

١ـ تحديد مناطق يوجد بها الذهب بنسبة تدعو للتفاؤل الاقتصادي .

٢ـ اكتشاف مناطق تمعدن جديدة للذهب مثل منطقة حبالا ، بمساحة تقدر بحوالي ٣كم×٣كم من الجرانيت فوق القلوي الذي يحتوي على الذهب .

٣ـ استنتاج أن أكثر المناطق تمعدناً في منطقة حزام تثليث هي المناطق ذات العلاقة بصخور المونزونيت ، والجرانيت ، والبجماتيت ، والكوارتز بورفيري ، والجرانيت فوق القاعدي.

٤ـ تحديد العلاقة بين تمركز الذهب والتراكيب الجيولوجية الموجودة في المنطقة نفسها ـ مثل الصدوع المتجهة إلى الشمال ، والشمال الشرقي ـ حيث وجد الباحثون أن نقطة تقاطع هذين الصدعين تمثل مركزاً لوجود خام الذهب وتركيزه بالعرق الحامل له .

٥ـ وجود رواسب خام الذهب في مناطق التماس بين الصخور النارية (الجابرو ، والسيربنتنيت ، والهورنبلنديت ، والشست ).

## ● التوصيات

على الرغم من النتائج المشجعة المذكورة أعلاه ، إلا أن الباحثين في هذا المشروع يرون أن هذه الدراسة عبارة عن دراسة أولية لإيجاد أفضل الطرق الجيوكيميائية ـ للبحث عن خام الذهب ـ التي تتناسب مع مناخ وجيولوجية وتراكيب الدرع العربي ، كما يوصي الباحثون باستمرار الدراسات لإثبات صحة تلك النتائج حيث إنها دراسة قليلة التكاليف المالية مقارنة بالدراسات التي تقوم بها الشركات الأخرى ، كما تعد هذه الدراسة رافداً لوزارة البترول والثروة المعدنية ، واستمراراً للبحث من قبل الجامعات .

## الليمون الهندي والتوافر الحيوي للدواء

يتسبب تناول الليمون الهندي (Grape Fruit) في تغيير التوافر الحيوي (Bioavailability) لبعض الأدوية . ففي حالة بعض الأدوية المستخدمة لعلاج ضغط الدم والخناق الصدري ( Angina ) مثلاً ، يرتفع مستوى الأدوية المذكورة في الدم عند المرضى الذين يتناولون الليمون الهندي مع الدواء إلى ثلاثة أضعاف مستواه عند رفقائهم الذي لايتناولونه .

ويعمل العديد من الباحثين والعلماء بجامعة فلوريدا والشركات المتخصصة في الصناعات الغذائية على تجميع المعلومات المتعلقة بأثر عصير الليمون الهندي على التوافر الحيوي للدواء لمعرفة المكونات المسؤولة عن ذلك التأثير والآلية التي تعمل بها ، وبذلك يمكنهم تصنيف الأدوية حسب نوع تفاعلها مع الليمون الهندي ( زيادة أو نقصان أو ثبات التوافر الحيوي للدواء ) ، ويمكن عن طريق ذلك معرفة مسار الدواء في الجسم - زيادة أو نقصاناً - إذ أنه في حالة الأدوية المستخدمة لعلاج ضغط الدم والخناق الصدري أدى تناول الليمون الهندي معها إلى تخفيض إضافي لضغط الدم .

إضافة لذلك هناك العديد من الأدوية التي يؤثر عليها الليمون الهندي منها على سبيل المثال الهرمونات الاستروجينية المستخدمة في علاج السرطان وتخفيف الآلام المصاحبة لبلوغ سن اليأس عند النساء ، والترفينادين (Terfenadine) المستخدم كمضاد للهستامين ، والسيكلوسبورين (Cyclosporine) المستخدم لتثبيط الجهاز المناعي عند زراعة الأعضاء ، فقد لوحظ مثلاً أن تناول الليمون الهندي مع الترفينادين أدى إلى تغير ملحوظ في نبضات القلب ، بينما لم يلاحظ أي تغيير إذا تم تناول الدواء قبل أو بعد تناول الليمون الهندي بساعتين على الأقل .

ورغم أن تناول عصير الحمضيات الأخرى مثل البرتقال ليس له تأثير على التوافر الحيوي للدواء ، فهناك اهتمام متزايد لدى العلماء والباحثين بالأغذية التي يتناولها المرضى والأصحاء يومياً مثل الليمون الهندي التي لاتخلو منه المائدة الأمريكية خاصة وأنه جزء هام في وجبة الصباح .

المصدر :

Emerging Food R&D Report, Sept Ist , 1996, Vol. 7 , No. 6 .

## بذور قمح الفضاء الخارجي

نجح العلماء الصينيون في تحسين سلالة قمح محلية عن طريق تعريضها لبيئة الفضاء الخارجي . ففي إحدى التجارب التي تجريها الأكاديمية الصينية للعلوم / قام معهد شنغهاي لعلم وظائف النبات بإرسال عينة القمح يانقماي - ٥ ( Yangmai - 5 ) إلى الفضاء الخارجي بواسطة قمر صناعي دار بها حوله لمدة ثمانية أيام تقريباً ، ثم قاموا بزراعتها في بيئة صناعية لمعرفة التغيرات التي تحدث لها نتيجة تعرضها للأشعة الكونية وقوى الجاذبية الضعيفة التي يتميز بها الفضاء الخارجي . كانت نتيجة التجربة التي بدأت منذ عام ١٩٨٧م أن الجيل الرابع - من عينة القمح المذكورة - تفوق على رصيفه الذي لم يمكث في الفضاء الخارجي في عدة صفات . من أهم تلك الصفات زيادة الإنتاجية بحوالي ١٠٪ وزيادة نسبة البروتين بحوالي ٩٪ إضافة إلى مقاومته للأمراض الناجمة عن فطر الفيوسيريوم ( Fusarium ) .

يعد هذا الإنجاز العلمي هاماً من حيث أنه يساهم في سد الفجوة الغذائية في محصول القمح التي تأخذ في الاتساع يوماً بعد يوم . كما أنه يفتح المجال واسعاً لتحسين صفات كثيرة من المحاصيل الغذائية الأخرى وغيرها من المحاصيل ذات القيمة الاقتصادية .

المصدر :

China Science and Technology Newsletter No 71, Feb 1996 p. 2

## الخزف في صناعة العظام

أمكن للعلماء اليابانيين صناعة عظام من الخزف ( Ceramic ) تشبه - إلى حد كبير - العظام البشرية حيث يمكن استخدامها لعلاج الكسور . وتذكر المؤسسة الوطنية لبحوث المواد غير العضوية التابعة لوكالة العلوم والتقنية اليابانية في سكوبا ( Tsukube ) بشمال طوكيو أن العظام المذكورة سيتم استخدامها سريرياً في القريب العاجل .

يمكن زراعة العظام الصناعية المذكورة في جسم الإنسان ، حيث يمكنها أن تتحول - بمشيئة الله - إلى عظام شبيهة جداً بعظام الإنسان لتدخل في علاج كثير من المشكلات المتعلقة بالعظام مثل اضمحلال العظام ( Osteoporosis ) والكسور وغيرها .

يدخل في صناعة العظام المذكورة - بجانب الخزف - مادة فوسفات الكالسيوم مع مواد متبلمرة من أهمها بوليمر حامض اللبنيك ( Lactic Acid Polymer ) الذي يسمى بـ ( CPLA ) .

استفاد العلماء من الصفات الجيدة لفوسفات الكالسيوم في استحثاثها التدريجي للعظام التي توضع حولها في بناء عظام جديدة ، وبذلك فإنهم عملوا في محاكاة ذلك حتى توصلوا إلى أنواع الخزف والبوليمرات المناسبة التي تصلح لصناعة عظام صناعية تشبه إلى حد كبير العظام الطبيعية من حيث الصلابة والتماسك .

تم تجربة العظام المذكورة بجامعة طوكيو للطب وطب الأسنان على الحيوانات حيث أظهرت النتائج أنها غير سامة ولا ترفضها أجسام الحيوانات التي جربت عليها . وسيقوم المركز بإجراء تجارب عليها في جسم الإنسان حيث من المتوقع أن تدخل مجال الاستخدام السريري في خلال ثلاثة أعوام إن شاء الله .

المصدر :

Japan Science Scan, Aug 26, 1996

## علاج السرطان بالمورثات

أشارت نتائج أولية لبحوث علمية صدرت حديثاً إلى إمكانية علاج السرطان بالمورثات .

ففي نشرة لمجلة ( Nature Medicine ) الصادرة في سبتمبر ١٩٩٦م أوضح الباحثون بمركز أندرسون للسرطان بمدينة هيوستون في ولاية تكساس - في أول تقرير لهم عن أبحاثهم الخاصة لعلاج السرطان بالمورثات - إمكانية علاج سرطان الرئة عن طريق نقل المورث ٥٣ - مورث كابح للأورام - إلى الرئة المصابة

تم استخدام المورث المذكور لعلاج تسعة أشخاص من مرضى سرطان الرئة الذين فشلت الوسائل التقليدية في علاجهم . وقد كانت النتيجة أنه في سبعة من المرضى الذين يمكن تقييم حالتهم توقف نمو السرطان في ثلاثة وضمور حجمه في ثلاثة آخرين ، بينما لم يتأثر المريض السابع .

يعد المورث ٥٣ - ومختلف أشكاله المتحورة - من المورثات التي لها علاقة بأكثر من نصف الأمراض السرطانية التي يتم تشخيصها حديثاً كل عام ، وذلك يعني أن استخدام هذا النوع من تقنية المورثات يكتسب أهمية كبرى في علاج السرطان إضافة إلى أمراض أخرى .

يعمل العلاج بالمورثات وفق آلية يتم بموجبها نقل مورثات معدلة إلى الجسم بحيث تستطيع تصحيح خلل معين فيه ، والتي - في حالة السرطان - تؤدي إلى كبح نمو الخلايا السرطانية وجعلها تنمو نمواً طبيعياً .

المصدر :

Japan Science Scan Sep 3, 1996



# مع القـــراء

## أعزاءنا القراء

**مـرحباً بكم مجدداً مع هـذا العـدد الجديد من مجلتكـم التي تنتظر دائماً تـواصلكم معها وتسعد جداً بهذا التواصل بقدر ما تنتظرون وصولها إليكم آملين أن تجدوا في كل عـدد من أعدادهـا الفائدة المرجـوة وأن نكون وفقنـا في نشر ما يحوز رضـاكم ويشبع نهمكم للعلم والجديـد فيه . ولنـا ملاحظـة هامـة لجميع قـرائنا الكرام وهي كتابـة أسمائهم وعناوينهم بخط واضح تماماً وباللغة العربية لكي نتمكن من تلبية طلباتكم والرد على استفساراتكم . متمنين للجميع التوفيق .**

*** الأخ / إبراهيم الحسين فلقي ـ أبها**

تلقينا رسالتك بكل سرور شـاكرين لك ثنـاءك على المجلـه ، نود إشعـارك بأنـه تم إرسال العدد ٣٣ ( الكـوارث غير الطبيعية ) وكذلك نشرة تعـريفية عن مدينـة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية .

أمـا فيما يخص مجلة العلـوم والتقنيـة فهي مجلة فصليـة تصدر كل ثلاثـة أشهر بواقـع أربعـة أعداد بـالسنة الواحـدة ، وقد صدر العدد الأول منها في محرم ١٤٠٨هـ ، وهي مـوجهـة للقـراء غير المتخصصين وتنشر مقـالات في جميع النواحي العلميـة ، وكـانت في البـداية تتبـع سياسـة المقـالات والموضـوعـات المتنوعـة واستمـر ذلك لمدة وجيزة حتى وجـد أنه من المفيـد أن تتناول المجلة مـوضوعـاً واحداً من جميع جـوانبه العلمية والتطبيقية وغالباً مايصدر الموضوع الواحـد في عـددين ( جزئين ) .

*** الأخ / ماهر أحمد سبع الليل ـ مكة المكرمة**

نـود أن نشكـر لك إطـراءك وتهنئتك للمجلة بدخولها عقدها الأول وهو ما يدفعنا إلى بذل المزيـد من الجهود للـوصول بها إلى أرقى المستويات التي تنشـدها أنت وجميع القراء الأعزاء .

أمـا فيما يتعلق بموضـوع الاشتراك في المجلة فهو بـلا شك عنصر هام من العناصر المساهمة في انتشارها وبالتالي استفادة أكبر عـدد ممكـن من القـراء لما تحويـه من المعلومات العلميـة ، ومن هذا المنطلق يحظى موضوع الاشتراك باهتمام وعناية القائمين على إصـدار المجلـة وسيتم التنويـه عنـه في حينه .

*** الأخ / سعد حامد المزروعي ـ جدة**

إشـارة إلى رسـالتك التي بعثت بها إلى المجلة نود إشعـارك بإدراج اسمك في قائمة التوزيع .

أمـا فيما يتعلق بمـوضـوع الإنـدمـاج النووي فقد أرسلنا إليك صورا لمقالات بهذا الموضـوع سبـق نشرهـا في أعـداد المجلـة الماضية .

ولمزيـد من المعلومـات حـول هـذا الموضـوع يمكنك مـراسلـة معهـد بحـوث الطاقـة الذرية بالمدينـة ، وذلك على العنوان التالي :

ص. ب ٦٠٨٦ ـ الرياض ١١٤٤٢

*** الأخ / عبـد العـزيز مـوسى العـويـد ـ الرياض**

نـود إشعارك بإدراج اسمـك في قائمـة الإهداءات شاكرين تواصلك معنا في مجلتك مجلة العلوم والتقنية .

*** الأخ / إبراهيم صالح الخضير ـ الجبيل الصناعية**

نشكـرك على مشـاعـرك الطيبـة تجاه المجلة وإعجابك بها متمنين أن تكون وجميع القـــراء راضين بما ينشر في المجلـــة ومستفيدين منه .

*** الأخ / علي عيسى الحماد ـ الرياض**

اقتراحاتك جيدة وبنـاءة وسوف تكون محل عنايتنا .

أما فيما يتعلق بالأعداد المطلـوبة فقد تم إرسال المتوفـر منها ، وإدراج اسمك ضمن قـائمـة الإهداءات . شـاكـرين لك اهتمامك باقتناء المجلة .

*** الأخ / عبد العزيز البشر ـ الأحساء**

ستصلك الإجابة على أسئلتـك في رسالة خـاصـة إن شاء اللـه كما طلبت وقـد أدرج اسمك ضمن قـائمـة الإهداءات وشكـراً لك على مشاعرك الطيبة تجاه المجلة .

*** الأخ / سعيد حسن العبد اللطيف ـ الدمام**

رسائلك السابقة لم تصل إلينا ونحن لا نهمل أي رسالة من رسائل قرائنا الأعزاء .

وقـد أدرج اسمك ضمن قـائمة تـوزيع المجلة فأهلاً بك .

*** الإخوة الجزائريين :**

**خليلي بن خلة**

**محي الدين سمير**

**بن مبروك عبد العزيز**

**حمزة مخالفية**

**بو طالب عكاشة**

**محمد رضا عباس**

سعدنا بوصـول رسائلكم شاكرين لكم ثنـاءكم وإطراءكم المجلـة ، أما بخصـوص طلبكم كتبا علميـة وثقافيـة فنحن لا نرسل كتبـاً لأحـد لأن هـذا ليس من اختصـاص المجلـة ، فنرجـوا المعـذرة من الجميع ولكم التحية .

# من إصدارات المدينة

**تقوم مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية بإصدار عدة نشرات تحت أسماء مختلفة وذلك للتعبير عن أهدافها وأخبارها ونشاطاتها ومشروعاتها البحثية وبرامجها وإنجازاتها، وسنتطرق في هذا العدد إلى الحديث عن عدد منها وذلك كما يلي :**

أخبار المدينة

المدينة تستقبل سمو الأمير سلمان بن عبد العزيز

سموه ينوه بدور المدينة ويشيد بإنجازاتها

نشرة براءات الاختراع

السنة الأولى - العدد الأول

١٤١٧/٥/١هـ (الموافق ١٩٩٦/٩/١٣م)



المملكة العربية السعودية

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

الإدارة العامة لبراءات الإختراع

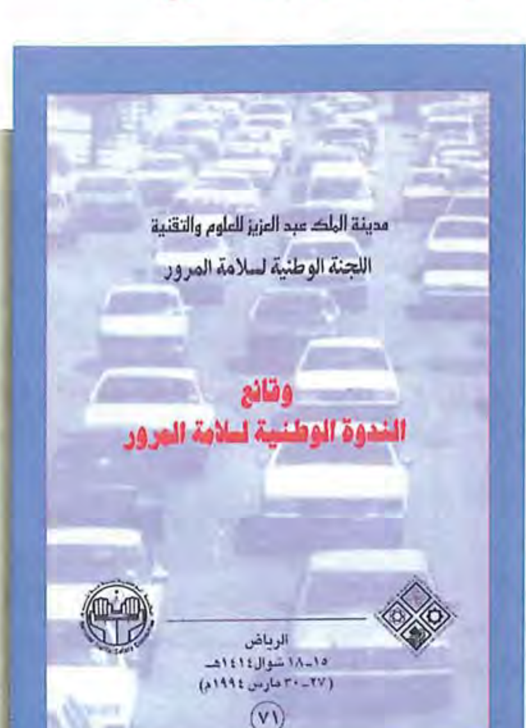
براءات الاختراع من ١ - ٤

## أخبار المدينة

نشرة شهرية ـ صدر منها حتى الآن أربعة أعداد ـ تعنى بنشر نشاطات المدينة، وخاصة نشاطها في دعم البحث العلمي والقيام بالبحوث التطبيقية ، وما يدور حول هذه النشاطات من ندوات ومؤتمرات ودراسات ومشاركات علمية ومحاضرات وزيارات . بالإضافة إلى نتائج المشروعات البحثية التي أنجزتها المدينة والقضايا العلمية المطروحة على ساحة البحث العلمي .

## براءات الاختراع

قامت مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية بإصدار نشرة براءات الاختراع في المملكة تطبيقاً للنظام الصادر بالمرسوم الملكي الكريم رقم م/٣٨ وتاريخ ١٤٠٩/٩/١٠هـ ، وهي نشرة دورية تعبر عن كل ما يتعلق ببراءات الاختراع طبقاً لأحكام النظام ولوائحه التنفيذية، وقد تم صدور هذا النظام بهدف « توفير الحماية الكاملة للاختراعات داخل المملكة » وتم إسناد مهمة منح براءات الاختراع إلى مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية التي تقوم بتطبيق ذلك النظام من خلال الإدارة العامة لبراءات الاختراع .




احتوى العدد الأول من النشرة الصادر في ١٤١٧/٥/١ هـ الموافق ١٩٩٦/٩/١٣م على تعريف بها، وقائمة بطلبات براءات الإختراع التي تم سحبها ، وقائمة بطلبات براءات الاختراع التي تم تغيير ملكيتها ، وبيانات براءات الاختراع الممنوحة ، وهي كما يلي :

١ـ حقنة طبيب الأسنان ذات الحماية الذاتية ، للمخترع **محمد عمر محمد الزين** ، المملكة العربية السعودية .

٢ـ مقعد استحمام للأشخاص المعاقين ، للمخترع **بيتر شميدت** ، ألمانيا .

٣ـ لوحة دائرة كهربية مطبوعة للتركيب على لوحة خلفية ، للمخترع **توريجورن رولف أولسون** وآخرين ، السويد .

٤ـ حقيبة لآلة التصوير للمخترع **مارك بي . نوردستروم** ، الولايات المتحدة الأمريكية .

## وقائع الندوة الوطنية لسلامة المرور

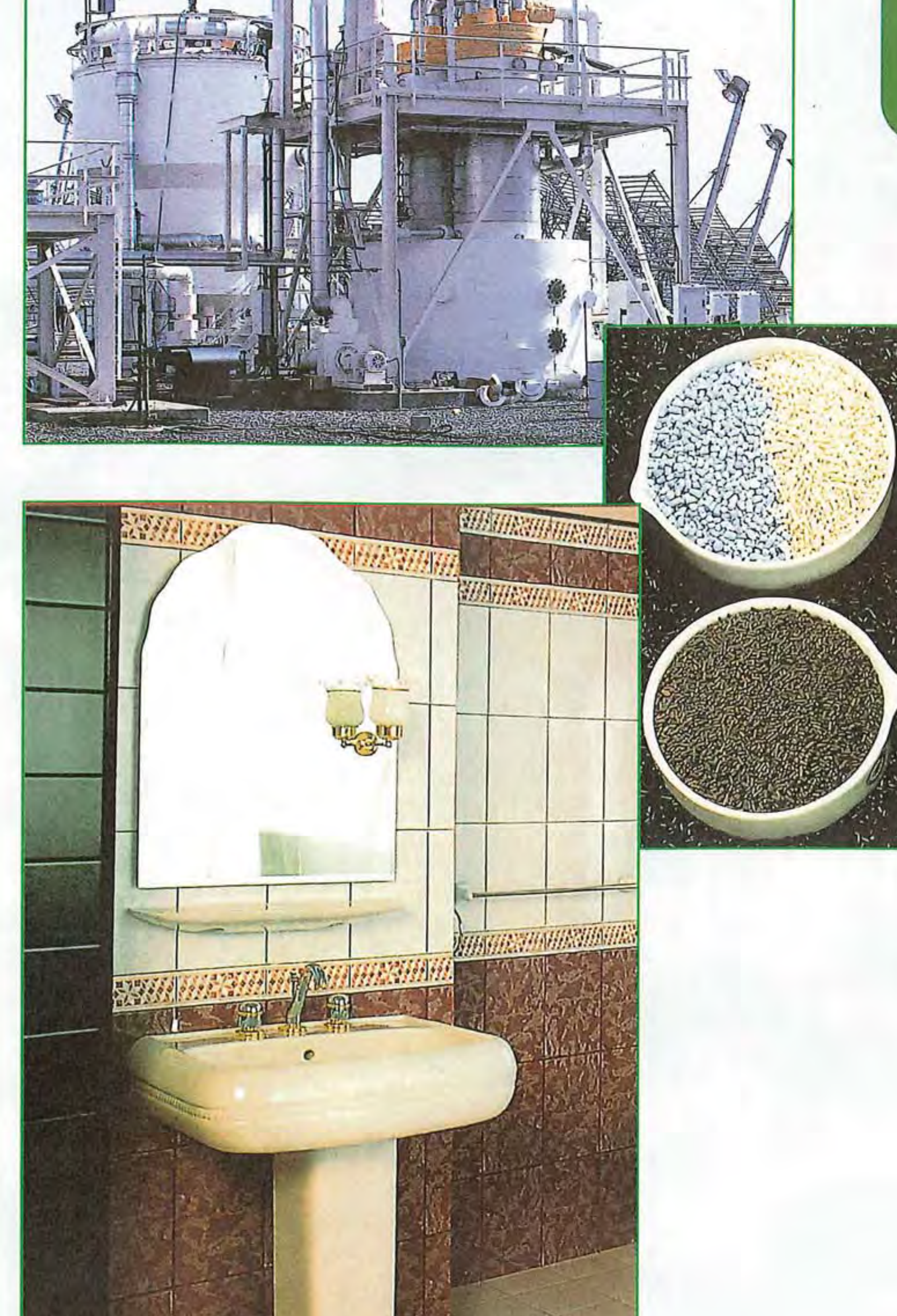
قامت مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية ـ بناء على الموافقة السامية الكريمة رقم ٥/١٢٤٢٢ بتاريخ ١٤١٣/٨/١٧هـ ـ بتنظيم ندوة علمية تحت اسم « الندوة الوطنية لسلامة المرور » .

و تم عقد هذه الندوة خلال الفترة من ١٥إلى١٨ شوال عام ١٤١٤هـ الموافق ٢٧إلى٣٠ مارس ١٩٩٤م ، و جاء إصدارها تسجيلا لعرض كامل لمحتويات سبع وعشرين ورقة بحثية قام بإعدادها وتقديمها ـ أثناء هذه الندوة ـ عدد من المتخصصين في المجالات ذات العلاقة بالسلامة والتوعية المرورية .

في

العدد المقبل

# الصناعات غير العضوية





غابة القصيم المتحجرة